

8/6

Nachlaß von Prof. N. Malta

ÖSTERREICHISCHE BOTANISCHE ZEITSCHRIFT

Herausgegeben von

Professor Dr. Richard Wettstein
Wien

Unter redaktioneller Mitarbeit von

Prof. Dr. Erwin Janchen und Prof. Dr. Gustav Klein
Wien Wien

Band LXXVIII, Viertes Heft

Mit 8 Textabbildungen und 20 Tabellen auf 5 Tafeln

(Abgeschlossen am 31. Oktober 1929)



W i e n
Verlag von Julius Springer
1929

Klein Gust. und Steiner Maximilian, Bakteriologisch-chemische Untersuchungen im Lunzer Untersee. I. Die bakteriellen Grundlagen des Stickstoff und Schwefelumsatzes im See. (Mit 7 Textabbildungen und 20 Tafeln auf 5 Tafeln).	289
Fischer Robert und Thiele Johannes, Über den Solaninnachweis in der Kartoffel mit Blutgelatine.	325
Lämmertay Ludwig, Beobachtungen über Höhengrenzen von Pflanzen in der Umgebung von Graz.	335
Wagner Rudolf, Ein Fall von zweikieligem adossiertem Vorblatt bei <i>Swertia perennis</i> L. (Mit 1 Textabbildung).	342
Besprechungen.	347
BACKER C. A., The Problem of Krakatao as seen by a botanist. — BLABENSTEINER W., Über die Verwendung des Aschenbildes für die Bestimmung pharmakognostisch benützter Rinden. — BÜNNING E., Über die Blaausche Theorie des Phototropismus. — FILZER P., Untersuchungen über Wachstumsreaktion und Krümmung bei achsenparalleler Lichtrichtung. — CHODOLNY N., Über das Wachstum des vertikal und horizontal orientierten Stengels im Zusammenhang mit der Frage nach der hormonalen Natur der Tropismen. — FISCHER H., Mittelalterliche Pflanzenkunde. — GUNTHER-MASSIAS MARG., Über die Gültigkeit des Reizmengengesetzes bei der Summation unterschwelliger Reize. — HEGLI G., Illustrierte Flora von Mitteleuropa. Mit besonderer Berücksichtigung von Österreich, Deutschland und der Schweiz. — HERZOG TH., Bestimmungstabellen der einheimischen Laubmoosfamilien. — Bestimmungstabellen der einheimischen Lebermoosfamilien. — HOFMANN E., Paläobotanische Untersuchungen über das Kohlenvorkommen im Hausruck. — HUECK K., Die Pflanzenwelt der deutschen Heimat und der angrenzenden Gebiete. — KLEIN G., Allgemeine und spezielle Methoden der Histochemie. — LEHMANN E., Hugo de Vries. 6 Vorträge zur Feier seines 80. Geburtstages. — MAYR E., Die Getreide-Landsorten und der Getreidebau im Salzachtal und seinen Nebentälern. — MOLISCH H., Beiträge zur Mikrochemie der Pflanze. Nr. 17. Über ein bei den Kakteen vorkommendes, einen roten Farbstoff lieferndes Chromogen. — MOLISCH H., Rote Wurzelspitzen. — MOLISCH H., Über einen neuen Fall eines Anthokyianophors in der Fruchthaut von <i>Gunnera chilensis</i> . — NETOLITZKY FRITZ, Die Kieselkörper. Die Kalksalze als Zellinhaltskörper. — FREY ALBERT, Calciumoxalat-Monohydrat und -Trihydrat. — PORSCHE O., Kritische Quellenstudien über Blumenbesuch durch Vögel. IV. — ROEDER W. v., Fehlerbuch des Kakteenzüchters. Tagesfragen und Ziele neuzeitlicher Kakteen- und Sukkulantenpflege. — SCHARFETTER R., Projektionsatlas. — SCHILLER F., Zur Kenntnis der Frucht von <i>Viscum album</i> und <i>Loranthus europaeus</i> und der Gewinnung von Vogelleim. — SCHMID L. und WASCHKAU A., Über die Konstitution des Anthochlors der gelben Dahlien. — SEN-GUPTA JATIS, Untersuchungen über Rheotropismus. — SOLEREDEK H. und MEYER FRITZ JÜRGEN, Systematische Anatomie der Monokotyledonen. — STÜBLER EBERTHARD, Leonhart Fuchs. — WAGNER H., Ludwigs K. und Ulrich E. Korbweidenbau. — WANGERIN W. und SCHRÖTER C., Lebensgeschichte der Blütenpflanzen Mitteleuropas. — WEHMER C., Die Pflanzenstoffe, botanisch-systematisch bearbeitet. — WERNER O., Blatt-Aschenbilder heimischer Wiesengräser als Mittel ihrer Verbandschafts- und Wertbestimmung.	357
Akademien, Botanische Gesellschaften, Vereine, Kongresse usw.	357
Akademie der Wissenschaften in Wien. — Zoologisch-Botanische Gesellschaft in Wien. — Arzneipflanzen-Kongreß. — Botaniker-Tagung in Danzig. — Deutsche Gesellschaft für Vererbungswissenschaft. — Verein zum Schutze der Alpenpflanzen. — IX. Internationaler Gartenbau-Kongreß, London 1930.	
Botanische Sammlungen, Museen, Institute usw.	358
Neuere Exsikkatenwerke.	
Personalnachrichten.	359

342

ÖSTERREICHISCHE BOTANISCHE ZEITSCHRIFT

Herausgegeben von

Professor Dr. Richard Wettstein
Wien

Unter redaktioneller Mitarbeit von

Prof. Dr. Erwin Janchen und Prof. Dr. Gustav Klein
Wien Wien

Band LXXVIII

Mit 44 Textabbildungen, 1 Tafel und 25 Tabellen



Wien
Verlag von Julius Springer
1929

Bakteriologisch-chemische Untersuchungen am Lunzer Untersee

I. Die bakteriellen Grundlagen des Stickstoff- und Schwefel- umsatzes im See

Von

Gustav Klein (Wien) und Maximilian Steiner (Wien)

(Aus der Biologischen Station in Lunz [KUPELWIESERSche Stiftung] N.-Ö.
und dem Pflanzenphysiologischen Institut der Universität Wien)

(Mit 7 Textabbildungen und 20 Tabellen)

Einleitung

Von G. KLEIN

Als ich vor drei Jahren vom Leiter der Biologischen Station in Lunz, Herrn Prof. Dr. FRANZ RUTTNER, zur chemisch-bakteriologischen Untersuchung des Lunzer Untersees eingeladen wurde, war der Stand der Dinge der: Vom Lunzer See und vielen anderen ähnlichen Gewässern lagen eingehende biologische, systematische, physikalische und chemische Analysendaten vor. Die chemischen Untersuchungen hatten sich nur auf die anorganischen Stoffe beschränkt und gaben gewissermaßen nur statische Verhältnisse, Analysenzahlen der im Wasser gelösten mineralischen, mit den gebräuchlichen analytischen Verfahren erfaßbaren Bestandteile. Von bakteriologischer Seite lagen die weiter unten genannten Befunde vor, hauptsächlich von den auf den „allgemeinen“ Nährböden aufkommenden Formen.

Erst die Untersuchungen an den nordamerikanischen Seen^{4, 5, 6, 24} legten den Hauptwert auf die Untersuchung der im Wasser vorhandenen organischen Stoffe und der damit zusammenhängenden Stickstoff- und Phosphorverbindungen. Gleichzeitig wird dort versucht, die Zusammenhänge zwischen der Periodizität dieser Stoffe und bakteriellen Umsetzungen festzulegen.

Unsere Untersuchungen haben zum Ziel, Einsicht in die biologische Dynamik des Sees zu erhalten. Einerseits sollte Gehalt und Wandel der für den Aufbau der lebendigen Welt im See wichtigsten anorganischen Verbindungen, von Stickstoff, Schwefel und Phosphor und aller aus

lebenden und toten Organismen freiwerdenden organischen Körper, Eiweißkörpern und deren Abbauprodukten (Harnstoff, Aminosäuren und so weiter), Fetten und Kohlehydraten im Verlaufe der periodischen Veränderungen eines Jahres festgestellt werden.

Anderseits mußte unabhängig davon und in Parallele dazu Vorhandensein und Tätigkeit aller am Chemismus des Sees beteiligten Organismen festgelegt werden. Wenn alle diese Untersuchungen zahlreich und lang genug durchgeführt sind, muß sich eine mehr minder klare Übersicht der Stoffumsetzungen im See, der Qualität und Quantität der Teilprozesse, und damit ein Bild der biologischen Dynamik eines geschlossenen Binnengewässers ergeben.

Wieweit dieses anzustrebende Ziel moderner Seenforschung erreichbar ist, hängt wesentlich von der Erfaßbarkeit aller genannten Faktoren ab, die wohl quantitativ nie ganz greifbar, aber aus Detailuntersuchungen erschließbar sind, so daß ein Annäherungsbild erreichbar erscheint. Sie ist anderseits davon abhängig, ob genügend Beobachter durch Jahre an Ort und Stelle arbeiten können und genügend eindeutige, quantitative und schnelle Methoden gerade für Serienuntersuchungen aller Faktoren schon vorhanden sind oder geschaffen werden können.

Ich begann im Sommer 1927 mit einer Reihe von Schülern* eine Reihe von Methoden hiefür auszuarbeiten und erste Anhaltspunkte zu gewinnen. Inzwischen wurden die chemischen Analysen vom jetzigen Assistenten der Station, Herrn Dr. HANS MÜLLER fortgesetzt und werden im Laufe des Jahres zu einer Mitteilung reif sein.

Von allen am Stoffumsatz mittätigen Organismen (besonders höhere Wasserpflanzen, festsitzende und plankontische Algen, Zooplankton und Bakterien) wurde gemeinsam mit Dr. M. STEINER die nach Art, Zahl und Leistung am ehesten erfaßbare Bakterienflora durch zwei Jahre studiert und gelangt in diesem ersten Bericht zur Mitteilung.

In diesem werden die bakteriologischen Ergebnisse des Stickstoff- und Schwefelumsatzes, soweit sie in zweijähriger fortlaufender Arbeit gefaßt werden konnten, dargestellt.

In einer folgenden Mitteilung wird Dr. M. STEINER die bakteriellen Abbauvorgänge einiger wichtiger Gerüstsubstanzen des Pflanzen- und Tierkörpers bringen.

Diese Untersuchungen wurden nur durch die günstige Lage und vielseitige Ausrüstung der Biologischen Station in Lunz möglich. Für das große und weitestgehende Entgegenkommen sind wir dem Leiter der Station, Herrn Prof. Dr. F. RUTTNER, zu wärmstem Danke verpflichtet.

* * *

* Es haben mitgearbeitet die Herren Doktoren WALTHER FUCHS, ERICH HERNDLHOFER, HANS MÜLLER, MAXIMILIAN STEINER, KARL TAUBÖCK und HANS WENZL.

I. Der Lunzer Untersee

Durch die Publikationen von GÖTZINGER¹¹, MULLEY²¹, MULLEY und WITTMANN²² sowie von BREHM und RUTTNER² sind die geologischen, hydrographischen, chemischen (teilweise) und vor allem auch biologischen Verhältnisse des Lunzer Seengebietes in einer wünschenswerten Ausführlichkeit behandelt, so daß für unsere Arbeit hier nur einige direkt bedeutungsvolle Details aus diesem Fragenkomplex angeführt zu werden brauchen. Besonders die Mitteilung von BREHM und RUTTNER² und eine im Druck befindliche ausführliche planktologische Studie von RUTTNER vermitteln dem Biologen eine geschlossene Übersicht über die Hydrobiologie des Lunzer Seengebietes.

Alle unsere Untersuchungen beziehen sich ausschließlich auf den Lunzer Untersee, den größten der drei Seen des Lunzer Gebietes. In $32^{\circ} 43'$ östlicher Länge und $47^{\circ} 51'$ nördlicher Breite gelegen, erfüllt er eine am Fuße des Dürrensteinmassives gelegene glaziale Erosionswanne und bildet in klimatischer und oreographischer Hinsicht einen Teil der Grenze zwischen der Vor- und Hochalpenzone der östlichen Kalkalpen. Die größte Länge des in der Ost-Westrichtung gestreckten Seebeckens (siehe Abb. 1) beträgt 1,7 km, die größte Breite 0,6 km, die Flächenausdehnung 68 ha. Als größte Tiefe der flachen Seewanne wurde 33,70 m gelotet (bezogen auf den Niederwasserpegel von +10).

Die Durchströmung des Sees ist eine relativ geringe, das Ausflußprofil groß, so daß sehr starke Pegelschwankungen verhältnismäßig selten sind.

Nach den Analysenresultaten von MULLEY und WITTMANN^{21, 22} spielen unter den im Wasser gelösten Salzen (zirka 200 mg/l l) vor allem Bikarbonate von Mg und Ca eine wichtige Rolle, daneben sind mit den gebräuchlichen analytischen Methoden Na, K, Al, SO₄, SiO₂ nachweisbar. Stickstoff und Phosphor befinden sich nur in geringen Quantitäten im Wasser gelöst. Dies und die daraus folgende nur mäßige Organismenentwicklung im freien Wasser und endlich die damit zusammenhängende, bis zur Tiefe recht gleichmäßige Versorgung mit Sauerstoff geben dem See das Gepräge eines „oligotrophen“ Gewässers der THIENEMANNschen Nomeinklatur^{29, 30}.

Die Thermik des Sees zeigt eine nach den Jahreszeiten regelmäßig wechselnde Temperaturschichtung des freien Wassers. Im Winter unter der Eisdecke findet sich am Seegrund Wasser der größten Dichte, also von etwa 4° , darüber allmählich immer tiefer temperiertes Wasser bis schließlich von 0° unmittelbar unter der Eisdecke (Winter-Stagnation). Nach dem Aufbrechen der Eisdecke wird nun einerseits durch Erwärmung der Wasseroberfläche und damit gegebene vertikale Konvektionsströmungen, andererseits durch Zirkulation infolge der Windwirkung eine totale Um-

schichtung eintreten (Frühjahrs-Totalzirkulation). Diese wird je nach den zu dieser Zeit herrschenden Windverhältnissen früher oder später der für die Sommerperiode charakteristischen Temperaturschichtung Platz machen. Für diese ist ein starker Abfall der Temperatur in einer Tiefe zwischen 10 und 20 m (Sprungschicht, Metalimnion), ein nur geringer Abfall in der einer dauernden Zirkulation ausgesetzten darüberliegenden Partie (Epilimnion) und des ein für allemal für diese Sommerperiode eingeschichteten Hypolimnions kennzeichnend (Sommerstagnation). Es ist klar, daß sich in dieser Periode das eine Temperatur von 7 bis 10° aufweisende Wasser des Seezuflusses (Seebach) regelmäßig in eine Schicht des Sees von gleicher Dichte und Temperatur einlagern muß, d. i. in die Tiefe von zirka 15 m absinkt. Im Herbst greift nun die durch Abkühlung der Oberfläche bedingte Zirkulation auf immer tiefere Wasserschichten über, bis sich der See vorübergehend im Stadium der herbstlichen Totalzirkulation befindet. Hat dann das Wasser die gleichmäßige Temperatur von 4° erreicht, so hören die thermisch bedingten Konvektionsströmungen auf, es tritt wieder das Stadium der Winterstagnation mit inverser Temperaturschichtung ein, das seinerseits die Voraussetzung abgibt für die regelmäßig zwischen Mitte und Ende Dezember eintretende Eisbedeckung des Sees.

Die Ufergestaltung ist besonders an den im Strömungs- und Windschatten (östlich der Ufvorsprünge) befindlichen „Uferbänken“ überaus charakteristisch. Der sehr flach abfallenden eigentlichen Uferbank folgt seewärts in wechselnder Entfernung vom Ufer der steile Abfall der Seehalde, der schließlich wieder in die sanft geneigte bis flache Region des Schweb übergeht. Diese eben erwähnte Uferbankfazies bildet nun durch ihre chemische Beschaffenheit einen sehr ausgeprägten Biotop. 90% des Uferbankschlammes bestehen nämlich aus dem durch die Assimilations-tätigkeit von submersen Wasserpflanzen (siehe RUTTNER²⁸⁾ ausgefällten Kalziumkarbonat (Seekreide, Kalkgyttja). Tonerde und Kiesel-säure, aber auch organische Beimengungen treten stark zurück. Dieser schwach gedüngte, nährstoffarme Untergrund trägt am Ufer schlecht entwickelte Bestände von *Phragmites communis* und *Schoenoplectus lacuster*, dazwischen und daran anschließend *Chara contraria* und weiter seewärts als Schwimmblattypus *Potamogeton natans*. Bereits zur Seehalde (1 bis 8 m Tiefe) gehören die Biocönosen für die unter den Makrophyten vor allem *Potamogeton praelongus* u. a. Arten, *Elodea canadensis* und in größerer Tiefe *Chara contraria* und *Ch. rufa* bezeichnend sind. Zur Uferbankregion im engeren Sinn gehören die auf der Kartenskizze (Abb. 1) und in den Tabellen als (3), (9), (5) und (14) bezeichneten Stellen. Dabei ist zu beachten, daß die große Uferbank des mittleren Nordufers (5) und vor allem (14) durch Abwässer des dort befindlichen Bauernhauses eine schon an der üppigeren *Phragmites*-Vegetation kennbare Düngung er-

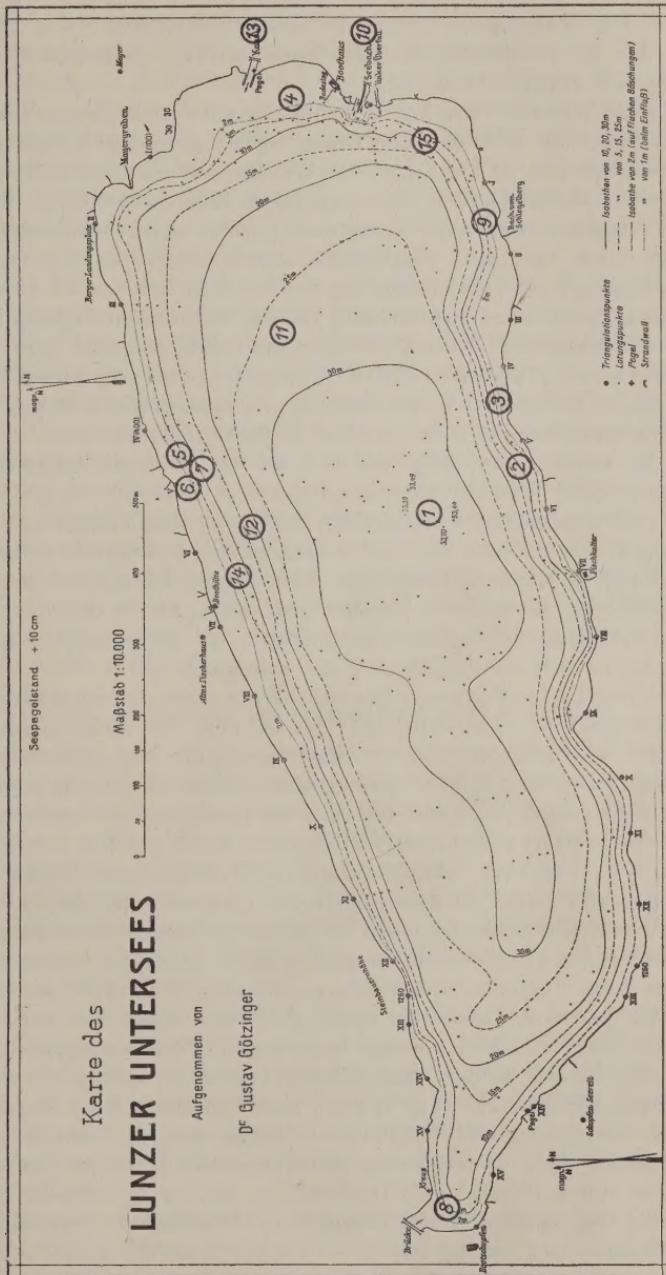


Abb. 1. Kartenskizze des Lunzer Untersees nach GöTZINGER

halten. *Elodea*-bewachsenen Partien der Seehalde entspricht Stelle (7) am N-Ufer. Aus den unmittelbar als Strandzone auftretenden Beständen von *Carex rostrata* stammt Probe (6).

Gänzlich andere Verhältnisse in ökologischer und biocönotischer Hinsicht zeigen die in Wind- und Strömungsluv gelegenen Uferpartien. Der anstehende Fels ist nur mit Geröll bedeckt, auf dem sich infolge der erodierenden Wellenwirkung der organogene Uferbankschlamm nicht dauernd ablagern kann. Dieser Steinstrand zeichnet sich in biocönotischer Hinsicht durch eine sehr ausgeprägte zonare Gliederung aus, deren einzelne Regionen am zweckmäßigsten durch Leitformen aus der Gruppe der Schizophyceen bezeichnet werden. Die nur bei höheren Pegelständen inundierten Steine der äußersten Region (zwischen Seepegel + 10 und + 20) bilden die „*Tolypothrix*-Zone“ (*Tolypothrix distorta*), darauf folgt in den nächst tieferen 20 Vertikalzentimetern hauptsächlich Bedeckung der Gerölloberseite durch *Rivularia Bialosettiana* („*Rivularia*-Zone“); von da an (Niveaulinie —10) folgt bis in 2 bis 3 m Tiefe die sogenannte „*Schizothrix*-Zone“ (*Schizothrix fasciculata* und *S. lacustris*). Die in bezug auf Austrocknungsgefahr, Wellenerosion usw. ganz verschiedenen Lebensbedingungen dieser Zonen sind die Grundlage dieses auffallend scharfen Wechsels der Biocönenosen. Unsere auf diese Region bezüglichen Proben wurden sämtlich an Stelle (2), östlich von dem „Antenscherm“ genannten Vorsprung des Südufers entnommen, wo die genannte Zonen-gliederung in besonders deutlicher Weise ausgeprägt ist.

Recht verschieden von dieser hauptsächlich am Südufer ausgebildeten Strandform sind die „Rollschotter“ des Ostufers. Die vorherrschenden Westwinde bewirken hier eine ständige Bewegung des seichten, aus Alluvialschottern bestehenden Strandbodens. Eine stabile Epiphyten-vegetation kann sich hier nicht ausbilden, es herrschen im Sommer sehr üppig entwickelte *Zygnum malenii*-Watten und einzelne Büschel von *Chara contraria* vor (4) und (15). Besonders auffallend ist an diesen Stellen der hohe Gehalt an Schwefelwasserstoff. Die Unterseite der Geröllsteine, basale Partien von *Chara*-Büschen, oft auch der zwischen den Steinen liegende feine Grus sind von Eisensulfid schwarz überzogen und zeigen, besonders beim Betupfen mit Säure penetranten Schwefelwasserstoffgeruch. Es liegt von vornherein nahe, an diesem durch Fäulnis angetriebener oder vom Wellenschlag losgerissener Pflanzensubstanz ausgezeichneten Stellen, lebhafte Eiweißersetzung als Grundlage für diese H_2S -Bildung anzunehmen. (Vgl. S. 321.) Eine Besonderheit des Ostufers sind auch die Austrittsstellen zahlreicher kalter Quellen, besonders im „Schlegeleck“ (15). Sie fallen schon äußerlich durch die braune Färbung auf, welche durch kälteliebende Diatomeen auf den Steinen und den hier üppig wachsenden Kaltwassermoosen (*Fontinalis*, *Cratoneuron*, *Brachythecium* usw.) bedingt ist.

Von den beiden Zuflüssen des Untersees bildet der sommerkalte raschfließende „Seebach“ die direkte Entwässerung des Mittersees, eines Sommer und Winter ziemlich gleichmäßig tief temperierten Quellsees. Alle auf den Seebach bezüglichen Proben wurden zirka 100 m oberhalb seiner Einmündung in den Untersee von einer Brücke aus entnommen (10). Der bedeutend langsamer fließende „Kanal“ ist eine künstlich hergestellte Abzweigung des Seebaches. Sein Wasser ist durch Abwässer der Siedlungsstätten in „Seehof“ in einem gewissen, wenn auch nicht besonders hohen Maße, organisch verunreinigt.

Der Felsboden der Kaskaden des Seeausrinns (8) ist zu einem Großteil von Moosen (*Cratoneuron inundatum* u. a.) besiedelt.

Einen von den bisherigen vollständig abweichenden Biotop stellt der Schlamm des Seegrundes, des Schweb, dar. Abgesehen von dem absoluten Lichtmangel und der dauernd tiefen Temperatur ist auch der Chemismus dieses pelagischen Sediments von ganz anderer Art als etwa der Uferbankschlamm. Neben sehr beträchtlichen Mengen organischer Substanz, die sich ständig aus dem absterbenden Plankton und dem im Wasser absinkenden Feindetritus ergänzt, finden wir vor allem tonige, eisenreiche Sedimente. Kalk spielt nur eine recht untergeordnete Rolle. Auffallend ist die außerordentlich feindisperse, zähe, oft geradezu gallertige Beschaffenheit dieser „Planktongyttja“. Nach den Untersuchungen von GÖTZINGER¹¹ beträgt der jährliche Zuwachs dieser Schwebschlammsschichten nur etwa 1 mm.

II. Bisherige seebakteriologische Literatur

Die Zahl von systematisch durchgeföhrten Untersuchungen der bakteriologischen Zusammensetzung und der durch Bakterien bedingten chemischen Massenumsetzungen in Seen ist sehr gering. Auch von diesen beziehen sich die meisten nur auf Teilfragen. 1895 bestimmte CRAMER³ mit hygienischer Fragestellung die Keime (mit besonderer Berücksichtigung pathogener Formen) des Zürichsees. Bestimmt wurde nach dem Kochschen Plattenverfahren Zahl und Art der Bakterien. Auf breiterer Basis untersuchte 1894 KLEIBER¹³ im gleichen See alle auf Nährgelatine aufkommenden Keime.

Eine umfassende Untersuchung dieses Sees vom bakteriologischen, physikalischen und chemischen Standpunkte führte 1902 PFENNIGER²⁵ durch. Auf Grund des Studiums der horizontalen und vertikalen Verteilung der Bakterien im Seewasser stellte er die jährliche Periodizität der Keimzahlen in verschiedenen Tiefenschichten fest.

MINDER¹⁸ studierte ebendort speziell die Licht- und Wärmewirkung auf die Keime.

Eine Spezialuntersuchung des (vor der technischen Verwendung als Staubecken) durch eigenartigen Sulfidgehalt der unteren Wasserschichten

ausgezeichneten Ritomsees (Schweiz) stammt von DÜGGELI⁷ (1924) und wurde in einer hoch exakten und ausführlichen Arbeit niedergelegt.

Die oberen 15 m des Wassers zeigen eine normale chemische Zusammensetzung und führen recht zahlreiche Bakterienarten, die auf zahlreichen Nährböden zahlenmäßig bestimmt wurden. Eine größere Anzahl der auftretenden Arten wurde auch genau diagnostiziert. Die Wasserschichten darunter sind stark schwefelwasserstoffführend (28 mg H₂S pro 1 l), und durch die Giftwirkung des Sulfids fast keimfrei. Der Schlamm zeigt starke Desulfurierung durch *Microspira desulfuricans*, die daselbst neben ausschließlich anaeroben Keimen anderer Art in beträchtlicher Keimzahl vorkommt. Ein kleinerer Teil des Sulfids stammt nach Verfasser vielleicht auch aus der Hydrierung von Schwefel und aus der Eiweißzersetzung.

Erst im letzten Jahrzehnt wurde von einer Reihe von Forschern eine allseitige moderne Untersuchung der bakteriologisch-chemischen Umsetzungen der Binnengewässer der WISCONSIN-Seenplatte sehr erfolgreich in Angriff genommen.

In den ersten Arbeiten^{4, 5, 6} wurde Form, Menge, Verteilung und Wandel der verschiedenen anorganischen Stickstoff- (12 Formen) und Phosphorverbindungen studiert. Es ergab sich eine jahreszeitliche Veränderung der genannten Körperklassen in den verschiedenen Schichten. Diese periodischen Verschiebungen gehen Hand in Hand mit einem Wechsel verschiedener Bakterien und Planktonformen, d. h. werden durch sie bedingt.

Das eingehende Studium dieser Gesamterscheinungen und deren Teilprozesse hat bereits klare Zusammenhänge dieser biologischen Massenumsetzungen im See aufgezeigt und verspricht tiefe Einblicke in die biologischen und chemischen Vorgänge im See. Vorläufig liegen hauptsächlich chemische Analysen vor.

Speziell bakteriologisch untersuchten FRED, WILSON und DAVENPORT⁹ 1924 die Zahl und Verteilung der omnivoren (auf Nähragar aufkommenden) Keime im Mendotasee und deren Abhängigkeit von Jahreszeit, Witterung und inneren Faktoren.

III. Eigene Untersuchungen

Im Binnensee muß wie im Boden eine spezifische bakterielle Umsetzung der in toto gewaltigen Massen von immer wieder zugrunde gehenden Pflanzen- und Tiersubstanzen erfolgen, die für den Stoffhaushalt und Kreislauf deswegen von grundlegender Bedeutung ist, da sie für die synthetische Tätigkeit der Autotrophen die lebenswichtigen anorganischen Stoffe erneuert. Das gilt besonders für die immer und speziell im oligotrophen Gewässer in einem gewissen Minimum vorhandenen Nährelemente Stickstoff und Schwefel. Dazu war es vor allem nötig, einen Einblick in

Zahl und Art der Fäulnisbakterien zu gewinnen, welche die nativen Eiweißstoffe und deren Spaltprodukte bis zum Ammoniak abbauen. Unter diesen schien uns wieder eine scharf charakterisierte Klasse von besonderem Interesse, nämlich die harnstoffspaltenden Bakterien. Gelingt es für diese beiden Gruppen nach dem Kochschen Plattenverfahren die Zahl der Keime in der Volumeneinheit von Schlamm und Wasser zu erfassen, und durch Abimpfung und Reinzüchtung die einzelnen Spezies zu identifizieren, so ist dieses Verfahren für die Spezialisten, die durch energetisch verwertete Stoffoxydationen bzw. -reduktionen ganz bestimmter Art charakterisiert sind, unmöglich. Ihre Kultur und insbesondere ihre Reinkultur ist schwierig und langwierig, für Serienuntersuchungen ungeeignet. Nicht ihre Morphologie und systematische Stellung, sondern ihr spezifischer Stoffumsatz sind aber das Charakteristische.

Darauf bauen wir zur Erkennung ihrer Anwesenheit, ihrer Zahl bzw. ihrer Wirkungsstärke die Aktivitätsbestimmung. In spezifischen Nährböden, die auf Grund ihrer Zusammensetzung von vornherein nur oder doch vorwiegend den darauf biochemisch angepaßten Bakterientypen das Gedeihen ermöglichen, werden die Proben geimpft und einer gewissen Inkubationszeit unterworfen. Hierauf wird in der Nährlösung, deren Zusammensetzung quantitativ genau dosiert ist, der Verbrauch des betreffenden Stoffes bzw. die Menge des neugebildeten Körpers oder beide bestimmt und daraus die Wirkungsstärke des betreffenden Bakterientypus unter den gegebenen Außenbedingungen (Temperatur usw.) bestimmt.

Nach diesem Prinzip wurde der Harnstoffumsatz, die Oxydation von Ammoniak zu Nitrit (Nitritbildner) und von Nitrit zu Nitrat (Nitratbildner), die Reduktion von Nitrat zu Nitrit (denitrifizierende Bakterien), die Reduktion von Sulfat zu Sulfid (desulfurierende Bakterien), die Oxydation von Thiosulfat zu Sulfat (Thiosulfatbakterien) und schließlich die Bindung von elementarem Stickstoff unter aeroben und anaeroben Bedingungen studiert. Ob aus diesen Werten auf die Verhältnisse im See geschlossen werden kann, müssen entsprechende Versuche am natürlichen Standort ergeben. Da die diesbezüglichen Werte überraschend gut übereinstimmen (siehe Tab. 20), ist die genannte Voraussetzung erfüllt. Nötig sind für ausgedehnte, vergleichbare Serienversuche, wie schon gesagt, exakte, expeditive Analysenmethoden, die sich vor allem aus dem Gebiet der kolorimetrischen und nephelometrischen Technik anwendbar fanden. Mit diesen Methoden als Voraussetzung wurde nun an verschiedenen charakteristischen Punkten des Sees Wasser von der Oberfläche, von verschiedener Tiefe (besonders 15 m, Einschichtungsstufe des Seebaches), über dem Tiefenschlamm und über den ökologisch ganz verschieden gestalteten Uferpartien einerseits, aus den Schlammanlagerungen der Ufer und besonders des Tiefen-

(Schweb-) Schlammes, schließlich von den Zuflüssen und vom Abfluß geprüft.

Daraus mußten sich die statischen Verhältnisse an den genannten Seepunkten an einem gewissen Zeitpunkt ergeben.

Diese analytischen Daten zu den verschiedenen Zeiten des Jahres, besonders den klimatisch bedingten Punkten der Jahresperiode, mußten kombiniert die stofflichen Veränderungen, den Wandel und Kreislauf der einzelnen Stoffe im Jahreszyklus und damit die bakteriologisch-chemische Dynamik im See ergeben. Die gleichlaufende Verfolgung der meteorologisch beherrschenden Faktoren und der durch sie bedingten Veränderungen im See mußte die kausale Bedingtheit von äußeren und inneren Faktoren erkennen lassen.

Je dichter die Zeitpunkte der Probenentnahme, je dichter die örtlichen Punkte der Untersuchung, desto zahlreicher und zusammenhängender die Ergebnisse, desto klarer das Gesamtbild.

Die klarsten Ergebnisse müßten bei gleichzeitiger bakteriologischer und chemischer Analyse zutage treten, da hiebei gleichzeitig das chemische Substrat quantitativ bestimmt und die daran arbeitenden Bakterien erfaßt werden könnten. Das war bisher nicht möglich, da die chemisch-analytischen Methoden noch nicht fertig waren und genügend Kräfte für eine gleichzeitige Bearbeitung fehlten.

So sind die folgenden Ergebnisse ein erster Überblick mit Anhaltpunkten und Fingerzeichen, die nach eingehenderen Belegen verlangen. Sie werden mit und nach den chemischen Analysen ein durchsichtigeres Bild ergeben.

A. Methodik

1. Probeentnahme

Das erste Erfordernis für unsere Untersuchungen war die Möglichkeit einer genau lokalisierten und absolut sterilen Entnahme von Schlamm- und Wasserproben. Das Aufholen der Wasserproben erfolgte mit Hilfe des RUTTNER'schen Schöpfapparates. Dieser²⁷ (siehe Abb. 2) besteht aus einem rechteckigen Metallrahmen (*m*), in welchem ein Fallbalken (*f*) frei beweglich ist. Letzterer kann am oberen Ende durch zwei seitlich angebrachte Federn (*b*) fixiert werden. Auf der Bodenplatte des Rahmens wird durch zwei federnde Backen (*g*) das eigentliche Probengefäß (*v*) (FLÜGGE'sches Röhrchen) senkrecht festgehalten. Es läßt sich leicht im Laboratorium in folgender Weise herstellen: In eine Proberöhre aus leicht schmelzbarem Glase werden einige Tropfen Wasser gebracht. Dann wird die Röhre etwa 6 bis 10 cm vom Boden entfernt in der Flamme zu einer langen, dünnen Kapillare ausgezogen und 1 bis 2 cm oberhalb der Verjüngungsstelle rechtwinklig umgebogen. Nun wird das Wasser zum Kochen erhitzt, dadurch die Luft aus der Proberöhre verdrängt und die Kapillare

sofort etwa 2 bis 3 cm von der Biegungsstelle entfernt zugeschmolzen. Wird dann nach dem Erkalten die Spitze unter Wasser abgebrochen, so strömt dasselbe heftig in annähernd luftleeren Raum ein. Vor dem Gebrauch wurden die so vorbereiteten Glasröhren stets 2 bis 3 Stunden lang im Trockenschrank bei 150° sterilisiert. Wird nun das Probegefäß in den Halter des Schöpfapparates eingespannt und der Fallbalken von seiner Fixierungslage nach abwärts bewegt, so wird das umgebogene Stück der Kapillare an der Knickungsstelle abbrechen. Darin liegt der wesentliche Vorteil des RUTTNERschen Apparates gegenüber den Konstruktionen von RUSSEL, KLEIBER¹³ usw. Bei letzteren strömt das Wasser an der Stelle des kapillar ausgezogenen Probegefäßes (Kölbchen, Proberöhre) ein, die vom Apparat bzw. vom Fallgewicht direkt durch Berührung zerbrochen wurde. Bei dem von uns verwendeten Apparat hingegen ist die Berührungsstelle und die Bruch- bzw. Einströmungsstelle örtlich getrennt und dadurch die Möglichkeit einer Infektion durch den Apparat anhaftende Keime praktisch ausgeschlossen. Die Probeentnahme mit der beschriebenen Einrichtung erfolgt vom Boot aus. Der Entnahmearrapparat wird mit eingespannter Proberöhre und hochgezogenem Fallbalken an der Zählwinde bis zur gewünschten Tiefe abgelassen und dann mittels Fallgewicht ausgelöst. Die aufgeholt Probe wird sofort mit Hilfe eines Spirituslämpchens und Lötrohres oder noch besser mit einer Benzinlötlatte zugeschmolzen. Da zuweilen beim raschen Erhitzen die Spitze der kapillaren Endigung abbrechen kann und in diesem Fall ein Zusammenschmelzen unmöglich wird, empfiehlt sich die Mitnahme von etwas steriler Watte als Verschlußmittel für solche Röhrchen. Die Proben werden schließlich genau etikettiert und kühl und dunkel (Kassette oder Kistchen an schattiger Stelle des Bootes) aufbewahrt. Im Winter erfolgte die Probeentnahme von der Eisdecke aus in völlig gleicher Weise. Nur war die Zählwinde dann auf einem Handschlitten statt auf dem Untersuchungsboot montiert.

Die ersten Schlammproben wurden in gleicher Weise wie die Wasserproben entnommen. Der Entnahmearrapparat wird aber bis zum Grund abgelassen und das stark mit Schlamm getrübte Wasser aufgeholt. Dieses Verfahren hat natürlich viele Nachteile. Erstens gelingt es oft erst nach mehreren vergeblichen Versuchen tatsächlich stark getrübtes

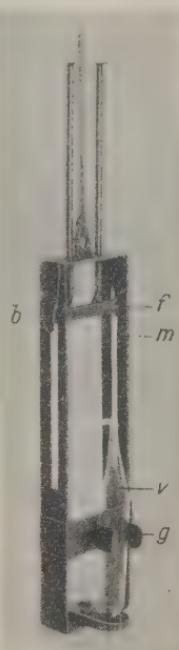


Abb. 2
Entnahmearrapparat
für bakteriologi-
sche Wasserproben
nach RUTTNER

Schlammwasser aufzuholen. Zweitens ist das Mischungsverhältnis zwischen Schlamm und Wasser wohl in jedem Falle unkontrollierbar verschieden und damit auch jede Ermittlung der vorhandenen Mikroorganismen durchaus relativ. Drittens läßt sich nur vermuten, daß die so erhaltenen Schlammproben im allgemeinen aus den obersten Schichten stammen. Über die genaue Schichtenlage der Probe läßt sich hingegen nichts aussagen und ebensowenig eine Untersuchung mit Schlammproben tieferer Schichten durchführen.

Da aber gerade in Hinblick auf die völlig verschiedenen Lebensbedingungen der übereinanderliegenden Schlammlagen eine exakte vergleichende Untersuchung ihrer Bakterienflora im Rahmen unserer Arbeit unbedingt erforderlich erschien, wurden zwei Modelle

von Schlammstechern für bakteriologische Zwecke gemeinsam mit Herrn Prof. Dr. F. RUTTNER konstruiert und vom Mechaniker der Lunzer Station, Herrn K. HERMANN ausgeführt.

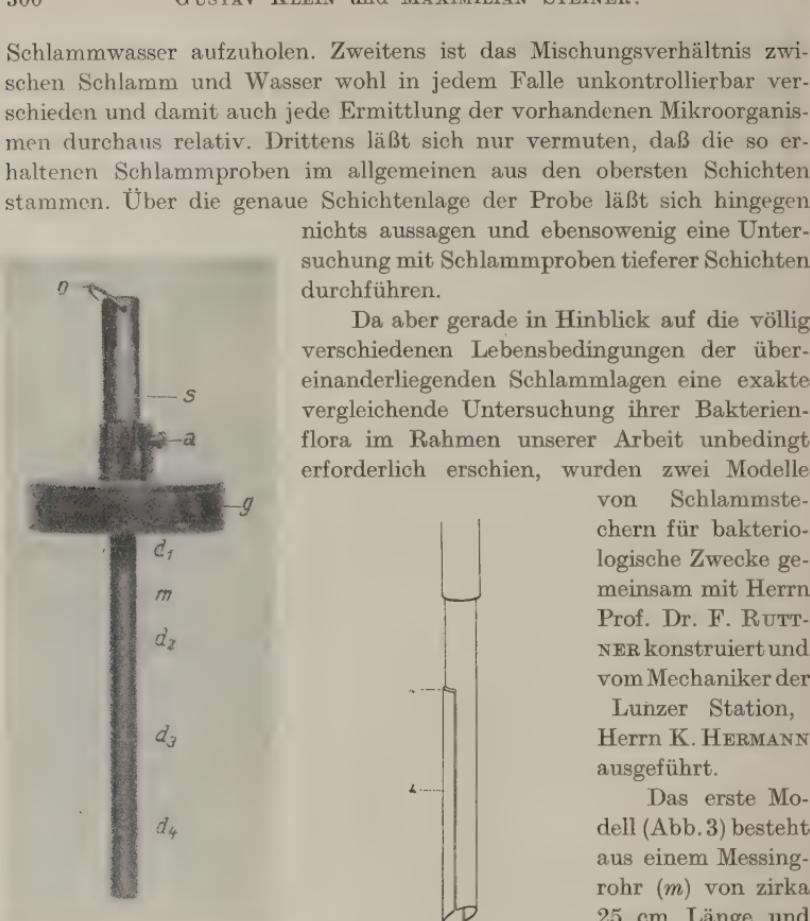
Das erste Modell (Abb. 3) besteht aus einem Messingrohr (*m*) von zirka 25 cm Länge und



Abb. 4. Schlammstecher für bakteriologische Zwecke. Modell I. Schemat. Skizze

Abb. 3. Schlammstecher für bakteriologische Zwecke. Modell I fertig montiert

Durchmesser stabil befestigt ist. Letzterer trägt am oberen Ende die Aufhängevorrichtung (*o*). Das Messingrohr (*m*) ist zu etwa fünf Sechstel seiner Länge median auseinandergeschnitten. Eine der beiden Hälften (*h*) ist frei abnehmbar und läßt aufgesetzt oben einen kleinen Querspalt (*r*) zum Austreten des Wassers frei (s. Abb. 4). Zum Gebrauch werden nun die beiden Rohrhälften mit Hilfe von vier Drahtschlingen fix aneinander befestigt, ein scheibenförmiges Gewicht (*g*) (Eisenmantel mit Bleifüllung) von unten her darübergeschoben und mit Hilfe der Schraube (*a*) fixiert. Dieser Schlammstecher wird am Drahtseil



senkrecht zur Schlammoberfläche fallen gelassen, bohrt sich 10 bis 20 cm tief in den Schlamm ein und sticht ein Schlammprofil von ungefähr der gleichen Länge aus. Beim Aufholen ist nur darauf zu achten, daß nicht bei allzu heftigem Zug der Schlammpfropf durch den Strömungswiderstand des Wassers aus dem Apparat wieder herausgepreßt wird. Am besten wird die untere Mündung des Rohres noch vor dem Verlassen der Wasser-oberfläche mit einem sterilen Korkstopfen verschlossen. Im Laboratorium

wird dann das Gewicht abmontiert, die Drahtschlingen mit einer scharfen Zange entfernt und die freie Röhrenhälfte vorsichtig abgehoben. Mit einem sterilen Spatel werden nun aus dem Innern des Schlammzyinders in gemessener Entfernung von der Oberfläche Schlam-

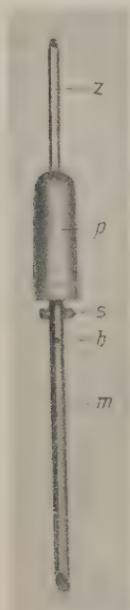


Abb. 5. Schlammstecher für bakteriologische Zwecke. Modell II. Gesamtbild

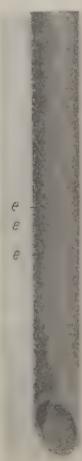


Abb. 6. Schlammstecher für bakteriologische Zwecke. Modell II. Detailbild



Abb. 7. Impfstab für Schlammproben. Schematischer Längsschnitt

stückchen ausgestochen, und in sterilen Petrischalen zur Impfung bereitgestellt. Dieser Apparat hat sich uns vor allem in denjenigen Fällen besonders bewährt, wo das an sich noch eleganter zu handhabende zweite Modell nicht anwendbar ist, so vor allem bei der Untersuchung des aus grobkörniger Kalgyttja bestehenden Uferbankschlammes. Daß beim Ausstechen des Schlammes keine Vermischung verschiedener Schichtenlagen eintritt, läßt sich schon aus den scharf hervortretenden distinkten Färbung der einzelnen Schichten der erhaltenen Profile erkennen.

Das zweite Modell (Abb. 5) besteht aus der 30 cm langen Messingröhre (*m*), welche durch die Schraube (*s*) mit dem massiven Messing-

zylinder (*z*) fix verbunden werden kann. Der Außendurchmesser der Messingröhre beträgt 2 cm, des Messingzyinders 1,6 cm.

Die Röhre (Abb. 6) ist unten schief abgeschnitten und fast bis zum oberen Ende mit 140 (zweimal 70) Löchern von 1 mm Durchmesser versehen, die in zwei alternierenden Reihen in je 4 mm Abstand angeordnet sind. Gegen das obere Ende zu befinden sich wieder zwei große Bohrungen, die dem Wasser den Durchtritt durch die Röhre ermöglichen sollen. Auf dem gegen den oberen Zylinder (*z*) vorspringenden Rand der Röhre (*m*) ruht das zirka 1 kg schwere Bleigewicht (*p*) auf. Vor dem Gebrauch des Apparates werden die obgenannten Löcher mit heiß gemachten Paraffin verstrichen. Die Art des Aufholens des Schlammes ist die gleiche wie bei Modell I. Der Schlammstecher wird am Drahtseil rasch in die Tiefe versenkt, und vorsichtig aufgeholt. Diese Form von Schlammstecher funktioniert noch viel zuverlässiger als die erste. Es kam niemals vor, daß der Apparat leer zur Wasseroberfläche zurückkam. Auch sind die erhaltenen Schlammprofile meist viel länger als im ersteren Falle. Nur bereitet, wie schon erwähnt, die nachfolgend beschriebene Gewinnung der einzelnen Schlammproben beim grobdispersen Uferbankschlamm fast unüberwindliche Schwierigkeiten. Diese Entnahme geschieht durch sterile, selbst gezogene Kapillarpipetten, die am oberen Ende durch einen Wattebausch keimdicht abgeschlossen sind. Man kann dieselben nun an beliebiger Stelle durch das Paraffin hindurch in ein Loch des Schlammstechers einführen, aus dessen Mitte eine kleine Schlammprobe heraussaugen und in eine sterile Petrischale für die bakteriologische Weiterverarbeitung übertragen. Auch hier ließ sich wieder schon an der stark wechselnden Färbung der einzelnen Zonen des Schlammstiches das Unterbleiben einer Durchmischung feststellen.

In allen denjenigen Fällen, wo die Bodenbeschaffenheit (steinige oder stark bewachsene Litoralpartien) eine Anwendung des Schlammstechers vereitelte, wurde die Bodenprobe in der Weise entnommen, daß die oben beschriebenen Proberöhren mit der abgebogenen Spitze gegen den Grund gepreßt, dadurch abgebrochen und mit Schlammwasser gefüllt wurden. Ein genaues, absolutes Maß ist also hier bei dem selbstverständlich zufälligen Mischungsverhältnis der festen Schlammpartikel und des Wassers nicht gegeben.

2. Impfung

Für die Erzielung quantitativer Resultate mußte selbstverständlich von vornherein auch die Impfung der Nährböden mit den zu untersuchenden Schlamm- und Wasserproben quantitativ durchgeführt werden.

Bei Verarbeitung von Wasserproben wurden die oben beschriebenen zugeschmolzenen Röhrchen am oberen Ende zunächst abgeflammt, die Spitze mit einer ebenso sterilisierten Pinzette abgebrochen und der Inhalt

mit Hilfe einer im Wärmeschrank bei 150° 2 bis 3 Stunden lang keimfrei gemachten, oben mit Wattebausch versehenen Meßpipette à 1 ccm (in Zehntel geteilt) überimpft. Für die Keimzählung in gallertigen Substraten wurden im allgemeinen 0,1 oder 0,2 ccm, für die Wirksamkeitsermittlung in flüssigen Nährösungen fast ausnahmslos 1 ccm verwendet. Um Infektionen der einmal geöffneten Proberöhre auszuschließen, wurde immer die ganze Serie der zur Verwendung kommenden Nährböden auf einmal beimpft, dann erst die nächste Probe geöffnet usw. Die gleiche Methode der Impfung wurde bei Schlammproben vor der Konstruktion und Verwendung der Schlammstecher eingehalten. Die noch zugeschmolzene Eprouvette wurde gut durchgeschüttelt und die dickflüssige, wässrige Schlammmasse in gleicher Weise wie die Wasserproben mit keimfreien Pipetten auf die Kulturgefäße übertragen. Nach Einführung der oben beschriebenen Schlammstecher, welche dickbreiige, oft geradezu gelartige Schlammproben liefern, konnte ein anderer Weg der Impfung, der auch kleinere Ausgangsmengen der Untersuchung zugänglich macht, eingeschlagen werden. Dabei diente uns ein Schlamm-Maß, wie es von der nordischen Moorforschung für Zwecke der quantitativen Pollenanalyse verwendet wird. Dasselbe (siehe Abb. 7) stellt einen 12 cm langen, runden Messingstab dar, der an beiden Enden halbkugelige Ausnehmungen (a_1, a_2) trägt. Der Hohlräum der einen beträgt genau 2 cmm, der andere 4 cmm. Wird der Stab über eine Schlammprobe gestrichen, so füllt der Schlamm durch Adhäsion die betreffende Höhlung aus und kann leicht in die Nährlösung in genau bestimmter Quantität abgeimpft werden. Vor Verimpfung jeder neuen Schlammprobe wurde der Impfstab zur Keimfreimachung in kochendem Wasser abgespült.

Da durch die Veränderung der Temperatur gegenüber dem natürlichen Standort in den entnommenen Proben durch Zugrundegehen kalt stenothermer Formen und Vermehrung thermophiler Arten rasche Veränderungen in der mikrobiologischen Zusammensetzung der Proben zu befürchten waren, wurde auf möglichst rasche Aufarbeitung der größte Wert gelegt. Durch die günstige Lage der biologischen Station war es möglich, dieser Forderung in geradezu idealer Weise gerecht zu werden. Im äußersten Falle lag zwischen der Probenentnahme und der Impfung, die immerhin bei größeren Serien 1 bis 2 Stunden auch bei flinker Arbeit mit einer Hilfskraft in Anspruch nimmt, ein Zeitraum von 3 bis 4 Stunden. In vielen Fällen waren die Proben 2 Stunden nach der Entnahme bereits fertig verimpft.

3. Kultur

a) Nährböden. Unsere bakteriologische Untersuchung erstreckte sich nach zwei Richtungen:

1. Ermittlung der im Wasser und Schlamm vorliegenden Keimzahlen.

2. Bestimmung der Wirksamkeit von Bakteriengruppen, die durch ihre spezifischen chemischen Leistungen im Stoffkreislauf des ganzen Seebekens eine wichtige Rolle spielen.

Der ersten Aufgabe diente die Aussaat der Untersuchungsproben auf gallertige Nährböden und Ermittlung der Keimzahl nach dem Verfahren der KOCHSchen Plattenkultur.

Als Nährboden, der einer großen Anzahl der omnivoren, ubiquitären „Fäulnisbakterien“ gute Ernährungs- und Wachstumsbedingungen bietet, verwendeten wir (s. KÜSTER¹⁷, S. 173):

I. Liebig-Pepton-Gelatine (mit Glyzerinzusatz)

1000 g	Leitungswasser
10 g	Pepton (WITTE)
10 g	Liebigs Fleischextrakt
5 g	NaCl
5 g	Glyzerin
120 g	Gelatine

Der Nährboden wurde zum Zwecke der Klärung mit etwas Eierschnee heiß verrührt, mit 5% NaOH bis zur schwachen Lackmusbläbung alkalisch gemacht und im Heißwassertrichter filtriert.

Die Nährgelatine wurde in Röhrchen zu 10 ccm abgefüllt, mindestens dreimal im Dampftopf 20' sterilisiert und nach Schmelzen im Wasserbad und Abkühlen auf zirka 30° in sterilen Petrischalen mit der Wasser- oder Schlammprobe versetzt, gut umgeschwenkt und erstarrten gelassen.

Es ist natürlich zu bedenken, daß auch dieser „allgemeine“ Nährboden weitaus nicht allen Bakterienformen günstige Kulturbedingungen bietet. Die damit ermittelten Keimzahlen werden also durchwegs hinter den tatsächlich vorhandenen ± zurückstehen. Doch lassen die gefundenen Zahlen wohl einen wenigstens vergleichsweisen Schluß auf Keimreichtum oder -armut einer Probe zu.

DÜGGELI⁷ empfiehlt in seiner Arbeit über die Bakteriologie des Ritomsees den von amerikanischen Autoren (z. B. 9) viel verwendeten Heyden-Agar als besonders günstigen Nährboden für Wasserbakterien. Die vom genannten Autor damit erzielten Keimwerte sind tatsächlich durchwegs erheblich höher als auf anderen Nährsubstraten. Wir versuchten in einer Versuchsserie vergleichsweise auch diesen Nährboden.

XII. 1000 g Leitungswasser
 10 g Heydennährstoff
 15 g Agar

mit 5% NaOH schwach alkalisch gemacht.

Wie aus Tabelle 11a hervorgeht, zeigt sich aber, daß in unseren Versuchen auf diesem Substrat bedeutend weniger Kolonien aufkamen

als auf I. Vielleicht hat dies seinen Grund darin, daß in dem ausgesprochen oligotrophen Lunzer Untersee eigentliche Wasserbakterien in höchstens sehr beschränkter Anzahl vorhanden und die im Wasser vorgefundenen Keime hauptsächlich auf die fortwährende Infektion aus der Luft und vom Ufer her zurückzuführen sind.

Harnstoffspaltende Bakterien, deren Wirksamkeit in unseren Proben nach der unten genannten Methode bestimmt wurde, zeichnen sich dadurch aus, daß das aus dem Harnstoff durch Ureaswirkung entstehende Ammoniak den Nährboden in der Nähe der betreffenden Kolonie so stark alkalisch macht, daß im Substrat vorhandenes Kalzium in Form von kristallinisch ausfallenden CaCO_3 einen schon makroskopisch deutlich sichtbaren Hof bildet. Zu diesen Untersuchungen diente uns eine Harnstoffgelatine nach BEIJERINCK:

(KÜSTER¹⁷, S. 207.)

- III. 1000 g Leitungswasser
- 50 g Harnstoff
- 10 g Natriumazetat
- 0,25 g KH_2PO_4
- 120 g Gelatine
- etwas CaCl_2 .

Von dem leichten, entstehenden Niederschlag wird abdekantiert und die schwach opaleszierende Gelatine in gleicher Weise wie Nährboden I (s. S. 304) beimpft.

Die auf diesem Nährboden erhaltenen Zahlen von hofbildenden Kolonien stehen meist in überraschend schöner Übereinstimmung zu den durch NH_3 -Bestimmung ermittelten Wirkungswerten der Ureasebakterien in Nährlösung. Einige Male traten indes solche hofbildende Kolonien auf, ohne daß eine NH_3 -Produktion gefunden wurde. Da in allen diesen Fällen eine starke Verflüssigung der Gelatine zu beobachten war, liegt die Annahme nahe, daß es sich dabei um Formen handelte, die die Protein-substanzen der Gelatine bis zum NH_3 abbauen und dadurch eine Kalkfällung bewirken, also Arten, wie sie MOLISCH^{19, 20} als „Kalkbakterien“ beschrieben hat. Nur in seltenen Fällen endlich blieb das Aufkommen hofbildender Kolonien aus, obgleich aus den Resultaten der flüssigen Kulturen die Wirksamkeit von Harnstoffbakterien zu erschließen war, offenbar von Formen, denen die Bedingungen des Gelatinenährbodens nicht zusagten.

Zur Bestimmung der Wirksamkeitsintensität physiologisch spezieller Bakteriengruppen mußten streng elektive Nährböden verwendet werden, die auf Grund ihrer chemischen Zusammensetzung nur der gerade gesuchten Bakteriengruppe das Aufkommen ermöglichen, ohne daß dabei andere Formen einen anderen, eventuell gegenläufigen Effekt auslösen.

Zur Bestimmung harnstoffspaltender Bakterien diente die Nährlösung nach BELJERINCK (KÜSTER¹⁷, S. 206):

- II. 1000 g Leitungswasser
- 50 g Harnstoff
- 10 g Natriumazetat
- 0,25 g KH_2PO_4

Dadurch, daß ein geringer Teil des Harnstoffs bereits bei der Sterilisation eine Spaltung erleidet, ist jeweils ein geringer Blindwert an NH_4 vorhanden, der von dem faktisch erhaltenen Ammonwert der Kultur abgezogen werden muß. Während bei verschiedenen Proben derselben Herstellung dieser Blindwert absolut konstant ist, schwankt er bei verschiedenen Proben, die zu verschiedenen Zeiten hergestellt wurden, innerhalb gewisser Grenzen (0,8—5,0 mg pro 10 ccm). Ebenso wie bei allen folgenden Nährböden wurde also immer gleich ein größerer Vorrat von Röhrchen abgefüllt und eines davon als Kontrollprobe bis zur Analyse der ganzen Serie, ohne beimpft zu werden, beiseite gestellt.

Von nitrifizierenden Bakterien wurde sowohl auf Formen, welche Ammonsalze zu salpetriger Säure oxydieren, als auch auf solche, welche Nitrite in Nitrate verwandeln, geprüft.

Für erstere Gruppe, die Nitritbildner, diente die Nährlösung nach WINOGRADSKY-OMELIANSKI (s. KÜSTER¹⁷, S. 202):

- IV. 1000 g dest. Wasser
- 2 g $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$
- 2 g NaCl
- 1 g KH_2PO_4
- 0,5 g MgSO_4
- 0,4 g FeSO_4
- 10 g CaSO_4

Eine geringe in der Nährlösung zuweilen vorhandene Spur von Nitriten wurde jeweils als Blindwert von den Kulturwerten der betreffenden Serie abgezogen.

Als Nährboden für die Nitratbildner diente die Lösung nach WINOGRADSKY (KÜSTER¹⁷, S. 204):

- V. 1000 g dest. Wasser
- 1 g NaNO_2
- 1 g Na_2CO_3
- 0,5 g KH_2PO_4
- 0,5 g NaCl
- 0,4 g FeSO_4
- 0,3 g MgSO_4

Da sich zeigte, daß die Rückbestimmung des Nitrits erst nach einiger Zeit ins Gewicht fallende Differenzwerte liefert, schien es wünschenswert, geringere Anfangswerte an salpetriger Säure vorliegen zu haben. Von Feber 1928 an wurde daher die Nitritzugabe mit Erfolg von 1 g NaNO₂ auf 0,05 g herabgesetzt.

Zur Anreicherung denitrifizierender Formen diente anfänglich die Lösung nach GILTAY (s. KÜSTER¹⁷, S. 205):

VI. 1000 g dest. Wasser

2 g KNO₃

5 g Zitronensäure

2 g MgSO₄

2 g KH₂PO₄

0,2 g CaCl₂

Spur FeCl₃

Da auf diesem Substrat eine Nitratreduktion offenbar wegen der zu stark sauren Reaktion vollständig ausblieb, verwendeten wir in der Folge die ausgezeichnete Nährlösung nach VAN ITERSON (KÜSTER¹⁷, S. 205):

XI. 1000 g Leitungswasser

5 g Filterpapier (zerkocht und fein zerfasert)

2,5 g KNO₃

0,5 g K₂HPO₄

Die in der Originalvorschrift angegebenen 20 g Filterpapier wurden in Anbetracht der kurzdauernden Versuche auf 5 g herabgesetzt.

Bei der Wirksamkeit von denitrifizierenden Bakterien zeigte sich der Bodensatz von Papierfasern insbesondere an der Oberfläche in eine gelbliche schleimige Masse zersetzt. Nur in seltenen Fällen (Tabelle 14) wurde eine Gasentwicklung beobachtet, was auf eine völlige Hydrierung der Nitrate bis zum elementaren N schließen läßt.

Die Sulfatreduktion durch Bakterien wurde studiert mittels des Nährbodens von VAN DELDEN (KÜSTER¹⁷, S. 206):

VII. 1000 g Leitungswasser

0,5 g K₂HPO₄

5 g Natriumlaktat

1 g Asparagin

1 g CaSO₄

Spur FeSO₄

Positive Resultate (H₂S-Bildung) erzielten wir hier nur unter anaeroben Kulturbedingungen.

Zur Anreicherung von Thiosulfatbakterien, welche Salze der Thioschwefelsäure zu Sulfaten dehydrieren, bediente man sich

der von KLEIN und LIMBERGER¹⁴ modifizierten Nährlösung nach TRAUTWEIN.

VIII. 1000 g dest. Wasser

- 2 g Na₂S₂O₃
- 0,1 g MgCl₂
- 1 g KNO₃
- 2 g Na₂HPO₄
- 1 g NaHCO₃

Diese Nährlösung gestattet auch die Konstatierung von Formen, welche die Oxydation Na₂S₂O₃ → Na₂SO₄ unter gleichzeitiger Hydrierung von Nitrat zu Nitrit durchführen.

Auf N-bindende Bakterien wurde einerseits in dem für *Azotobacter* angegebenen Nährsubstrat

IX. 1000 g Leitungswasser

- 20 g Mannit
- 0,2 g K₂HPO₄

andererseits in der für *Clostridium (Amylobacter)* empfohlenen Lösung

X. 1000 g Leitungswasser

- 20 g Dextrose
- 1 g K₂HPO₄
- 0,2 g MgSO₄
- Spur NaCl
- Spur FeSO₄
- Spur MnSO₄
- 30 g CaCO₃

untersucht (s. KOCH¹⁵).

Die Versuche über Stickstoffbindung wurden durchwegs mit größeren Mengen von Nährlösung als die übrigen Wirksamkeitsbestimmungen angestellt. Es wurden entweder aerobe oder anaerobe Kulturen mit je 50 oder 100 bzw. 200 oder 250 ccm Nährlösung aufgestellt. Der Stickstoffblindwert war bei beiden mit allen Kautelen hergestellten Nährlösungen fast zu vernachlässigen.

Bei allen anderen Nährlösungen wurden für die Kultur jeweils 10 ccm in Proberöhren verwendet.

b) Herstellung anaerober Kulturen. Die Herstellung anaerober Kulturen geschah in einfacher Weise dadurch, daß die hiefür bestimmten dickwandigen Proberöhren von zirka 10 ccm Volumen bis etwa vier Fünftel der Höhe mit der Nährlösung gefüllt, mit Watteverschluß versehen und so sterilisiert wurden. Gleichzeitig wurde ein entsprechendes Quantum der gleichen Nährlösung in Erlenmeyerkölbchen sterilisiert und eine Anzahl der auf oben genannte Probe-

röhren passende Korkstöpsel im Trockenschrank keimfrei gemacht. Die Impfung wurde nun in der üblichen Weise durchgeführt, dann aber mit der in den Kölben vorrätig gehaltenen sterilisierten Nährösung bis zum Rand aufgefüllt und ein Korkstopfen aufgepreßt. Kork und Glasrand wurden dann noch mit etwas flüssig gemacht Paraffin überzogen. Daß diese Versuchsanordnung ausreichend anaerobe Bedingungen schafft, beweist das Aufkommen der sehr stark sauerstoffempfindlichen desulfrierenden Formen in diesen Kulturen. Bei sauerstofffreier Kultur stickstofffixierender Bakterien wurde das gleiche Verfahren eingehalten, nur daß an Stelle der Proberöhren mit Korkverschluß Glasflaschen von 200 ccm Volumen mit eingeschliffenen Glasstöpseln benutzt wurden.

Die in Tabelle 19 angegebenen anaeroben Gelatinekulturen wurden in der Weise hergestellt, daß die beimpften Röhrchen nicht ausgegossen, sondern in „hoher Schicht“ belassen wurde und außerdem noch durch eine 1 bis 2 cm hohe erstarrende sterile Paraffinschicht für genügenden Luftabschluß gesorgt wurde.

c) Inkubation. Es war von vornherein zu erwarten, daß für die ständig unter niedrigen Temperaturen lebenden Bakterien insbesondere der profundalen Region, das Temperatur-Optimum und -Maximum auch in der Kultursehr niedrig liegen könnte. Um dieser Frage auf experimentellem Wege näherzukommen, wurden fast in allen Fällen zwei Parallelkulturen aufgestellt, die unter verschiedenen Inkubationstemperaturen gehalten wurden. Die eine, in den Kulturen als *K* (kalt!) bezeichnete, kam jeweils in einen Kellerraum der biologischen Station, der eine außerordentlich konstante Temperatur von 8 bis 10° aufwies, die andere Serie, mit *T* bezeichnet, wurde in einem auf 25 bis 28° konstant gehaltenen Thermostaten aufgestellt. Bei Besprechung der Versuchsergebnisse wird darauf hinzuweisen sein, daß sich aus dieser Parallelaufstellung recht interessante und wichtige Folgerungen ableiten ließen. Bei den Gelatinekulturen wurde, um eine Verflüssigung zu vermeiden, die Serie *T* nicht im Thermostaten, sondern in einem (im Winter geheizten) Zimmer von 15 bis 20° C aufgestellt.

Da mit Ausnahme der Sommermonate jedesmal für die Arbeiten an der Station nur ein Aufenthalt von einigen wenigen Tagen zur Verfügung stand, wurden die jeweils hergestellten Kulturen zur weiteren Inkubierung und Aufarbeitung nach Wien geschafft. Lediglich bei den Gelatineplatten war ein solcher Transport nicht gut tunlich. Diese wurden daher in der Station belassen und die Durchzählung derselben vom Leiter der Station Herrn Prof. Dr. FRANZ RUTTNER oder vom Assistenten, Herrn Dr. HANS MÜLLER ausgeführt, wofür ihnen auch an dieser Stelle unser herzlichster Dank ausgesprochen sei.

Während wir in den ersten Vorversuchen des Jahres 1927 für die Kulturen der physiologisch spezialisierten Formen eine einheitliche

Inkubationszeit von 10 Tagen anwendeten und dann analysierten, erwies es sich als vorteilhaft, die Inkubationszeit auf längere Zeit auszudehnen und je nach der Art der Organismen zu differenzieren. Harnstoffzerstörende Bakterien (II) wurden nach etwa 2 bis 3 Wochen untersucht, Denitrifizierende (XI), Thiosulfatbakterien (VIII) und Nitritbildner (IV) kamen etwa 3 bis 4 Wochen nach der Impfung zur Analyse. Nitratbildner (V) wurden 2 bis 3 Monate inkubiert, die längste Kulturdauer wurde für richtig befunden bei den desulfurierenden Bakterien (VII) (bis 6 Monate). Um aber innerhalb einer Serie unter allen Umständen vergleichbare Werte zu erhalten, wurde streng darauf geachtet, daß alle Analysen (z. B. alle denitrifizierenden Bakterien einer bestimmten Probenentnahme) innerhalb von längstens 24 Stunden analysiert wurden.

4. Aufarbeitung der Kulturen

a) Zählung. Die auf den Gelatineplatten (Nährböden I und III) aufgegangenen Kolonien wurden nach einer Inkubation von mehreren Tagen durchgezählt. Es wurde immer getrachtet, zwischen Impfung und Zählung einen möglichst langen Zeitraum verstreichen zu lassen. Indes hinderte bei den Platten mit Bouillongelatine die oft sehr rasch einsetzende Verflüssigung der Gelatine durch peptonisierende Formen, dieses Intervall auf mehr als 5, höchstens 7 Tage auszudehnen. In den kalt aufgestellten Kulturen war zuweilen eine um 2 bis 4 Tage längere Inkubationsdauer zu erreichen. Es wurde also praktisch täglich kontrolliert und gezählt und der letzte noch zu ermittelnde Wert, der sich übrigens zumeist von den Zahlen der unmittelbar vorhergehenden Tage nur wenig mehr unterschied, als endgültig genommen. Bei den Kulturen auf Harnstoffgelatine war hingegen oft noch nach 3 Wochen Kulturdauer eine Zählung sehr wohl durchführbar, da diese Platten meist viel dünner besiedelt waren und sie außerdem der Verflüssigung langsamer und weniger stark anheimfallen. Die Zählung selbst wurde in der Weise durchgeführt, daß die Petrischale auf ein Blatt schwarzes Papier aufgelegt wurde, das durch in 1 cm Abstand gezogene Linien in eine entsprechende Anzahl von Feldern geteilt war. Jedes dieser Felder wurde nun von links nach rechts durchgezählt und die erhaltenen Zahlen addiert. Bei sehr dicht und gleichmäßig besiedelten Platten genügte es auch, nur eine Hälfte der Platte in dieser Weise durchzuzählen und die erhaltene Summe mit zwei zu multiplizieren. Die Zählung wurde durchwegs mit einer 6fach vergrößernden Lupe vorgenommen.

Von den aufgekommenen Kolonien wurden über Farbe, Form, Verflüssigungsvermögen usw. Notizen gemacht und etwa 60 Stämme isoliert, die rein weiterkultiviert wurden und gelegentlich identifiziert werden sollen.

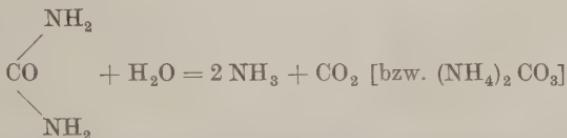
b) Chemische Analyse. Bei den auf allen anderen Nährböden aufkommenden Bakterien wurden quantitative Anhaltspunkte durch

Ermittlung der nach einer bestimmten Inkubationsdauer feststellbaren chemischen Umsetzungen, also durch Bestimmung des Wirksamkeitswertes in der betreffenden Probe vorgenommen.

Bei Auswahl der analytischen Methoden standen in Anbetracht der umfangreichen, rasch aufzuarbeitenden Kulturserien von vornherein nur solche Methoden in Frage, die rasch und sicher, ohne langwierige analytische Aufarbeitungen Werte liefern, also vor allem titrimetrische und kolorimetrische Verfahren. Von der speziellen Anwendungsmöglichkeit solcher Methoden in unserem Falle war die Durchführbarkeit der geplanten Untersuchungen schlechthin abhängig. Die von uns mit bestem Erfolg und einheitlich verwendeten Methoden seien im folgenden kurz wiedergegeben.

Für die kolorimetrischen Untersuchungen diente uns anfänglich ein KRÜSS'sches¹⁶ Polarisationskolorimeter, später das durch besonders bequeme Handhabung und Verwendbarkeit kleinster Mengen ausgezeichnete Universalkolorimeter nach dem DUBOSQSchen Prinzip von der Firma LEITZ.

Harnstoffbakterien (II). Die ureatische Spaltung des Harnstoffs nach der Gleichung

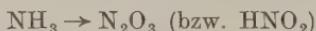


läßt sich durch Bestimmung des als Endprodukt auftretenden Ammoniums quantitativ erfassen.

Diese Bestimmung wurde durch kolorimetrische Auswertung der bekannten Farbenreaktion mit NESSLERS Reagens (Kaliummercurijodid im Alkaliüberschuß) vorgenommen. Die mit diesem Reagens bei Vorhandensein kleinsten Ammoniakmengen auftretende charakteristische Gelbbraunfärbung ist für die kolorimetrische NH₃-Bestimmung ganz ausgezeichnet brauchbar. Es ist nur darauf zu achten, daß die vorhandene Ammoniarmenge nicht so groß ist, daß an Stelle der Braunfärbung eine braune Fällung auftritt. Die von der Kulturflüssigkeit zur Analyse entnommene Menge, d. h. der Grad ihrer vorherigen Verdünnung hat sich also jeweils nach der herrschenden Ammoniakkonzentration zu richten. Die Kolorimeterbestimmungen wurden in der Weise ausgeführt, daß die für die Untersuchung abpipettierte Menge der Probelösung in einem mit einer 50-ccm-Marke versehenen Standzylinder mit destilliertem Wasser verdünnt, dann 5 ccm NESSLERS Reagens hinzugefügt und schließlich mit destilliertem Wasser bis zur Marke aufgefüllt wurde. In gleicher Weise wurde eine bestimmte Menge der Standardlösung nach TREADWELL³¹ (1 ccm = 0,01 mg NH₃), meist 10 ccm mit Wasser und Reagens versetzt.

Beide Proben werden dann mit Kugelstäben gut durchgemischt und kolorimetrisch verglichen. Da es sich für die Bestimmung sehr empfiehlt, im Farbton nicht zu stark differierende Proben jeweils zu vergleichen, werden immer gleich mehrere Verdünnungen der Standardlösung bereitgehalten und diejenige, welche im Farbton der Probelösung am nächsten kommt, für die Bestimmung herangezogen. Konstant bleibt die Konzentration des Reagens, das ja schon für sich einen, wenn auch sehr geringfügigen, kolorimetrisch erfaßbaren Farbwert liefert. Für die Ermittelung der gesuchten Ammonkonzentration ist dann der Verdünnungsgrad der Standardlösung und der Probe sowie die Ablesung am Kolorimeter in Rechnung zu setzen. Es wurden stets 7 Ablesungen gemacht und daraus nach Streichung des unteren und oberen Extremwertes in der üblichen Weise der Mittelwert gezogen. Von dem gewonnenen Bruttowert wurde dann der in der nicht beimpften Kontrollprobe (reine Nährlösung) gefundene Ammonwert in Abzug gebracht und das Resultat dieser Rechnung als NH_3 -Bildung in die Tabellen gesetzt.

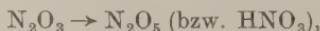
Nitritbildner (IV). Bestimmt wurde das bei der Dehydrierung des Ammoniaks



auftretende Nitrit. Vor der Bestimmung wurde das in der Kultur als Bodensatz im Überschuß vorhandene Kalziumkarbonat gut aufgeschüttelt, vollständig absitzen gelassen und ein Teil der überstehenden klaren Lösung für die Bestimmung verwendet.

Als Farbenreaktion auf Nitrit benutzten wir die außerordentlich empfindliche Rotfärbung mit dem Reagens nach GRIESS-ILOSVAY (siehe TREADWELL³¹) (α -Naphthylamin + Sulfanilsäure in essigsaurer Lösung). Vom Reagens wurden jeweils 5 ccm zur Reaktion hinzugefügt. Auch hier darf die Probelösung keinen zu hohen Nitritgehalt aufweisen, da sonst ein roter flockiger Niederschlag entsteht bzw. der rote Farbton in Gelb umschlägt. Als Standard diente die genau nach der Vorschrift von TREADWELL hergestellte Nitritlösung, welche in 1 ccm 0,01 mg N_2O_3 enthält. Bezüglich der Durchführung der kolorimetrischen Bestimmungen verweisen wir auf das oben für die Ammonbestimmung Gesagte.

Nitratbildner (V). Diese zweite Stufe der bakteriellen Nitritifikationsprozesse führt durch die Oxydationsreaktion



die durch die Tätigkeit der Nitritbildner entstandene salpetrige Säure in Salpetersäure über.

Bestimmt wurde wieder kolorimetrisch nach GRIESS-ILOSVAY-LUNGE³¹ das in der Kulturflüssigkeit restierende Nitrit. Wird dieser Wert von der in der nicht beimpften Kontrollprobe vorhandenen Nitritmenge abgezogen, so erhält man im Nitritverbrauch ein mengenmäßiges Bild

über den jeweiligen Wirkungsgrad der Nitratbildner. Das tatsächliche Vorhandensein von Nitrat ließ sich nach Entfernung der salpetrigen Säure mit Harnstoff und Essigsäure durch die qualitative Probe mit Diphenylamin + Schwefelsäure (Blaufärbung) leicht erweisen.

Denitrifizierende Bakterien (VI und XI) sind durch die Hydrierung der Salpetersäure zu Nitrit und eventuell weiter zu freiem Stickstoff charakterisiert.



Als Energiequellen für diesen endothermen Prozeß dienen dabei entweder Kohlehydrate (Zellulose, VAN ITERSON) oder organische Säuren (GILTAY).

Eine Reduktion der Stickstoffoxyde zu NH_3 wurde bisher nur selten beobachtet und war auch in unseren Kulturen niemals feststellbar. Nur in einigen wenigen Fällen (Tabelle 302) war am Auftreten von Gasblasen ein Anzeichen dafür gegeben, daß eine Nitratreduktion bis zum freien Stickstoff eintrat. Im allgemeinen gibt aber die Bestimmung des gebildeten Nitrits einen adäquaten Maßstab für die Intensität der Denitrifikationsprozesse. Die Analyse erfolgte in gleicher Weise wie bei den Nitritbildnern (s. Tabelle 14) durch kolorimetrische Nitritbestimmung nach GRIESS-ILOSVAY-LUNGE.

Desulfurierende Bakterien (VII) reduzieren unter anaeroben Bedingungen Salze der Schwefelsäure zu Sulfiden.



Die Anwesenheit von Schwefelwasserstoff ist an den positiven Kulturen schon rein äußerlich daran zu erkennen, daß das in der Nährösung vorhandene Eisen in Form von schwarzem Eisensulfid niedergeschlagen wird. Zur H_2S -Bestimmung wird der gesamte Inhalt der Proberöhre in einen 100 ccm fassenden Rundkolben aus Jenaer Glas gegossen, mit destilliertem Wasser nachgespült und einige Kubikzentimeter 5% iger Schwefelsäure zugefügt. Das freiwerdende H_2S wird nun mittels eines absteigenden Rückflußkühlers in eine kleine Peligotsche Röhre destilliert, in welcher 10 ccm n/10 Jodlösung vorgelegt wurden. Nach Beendigung der Destillation wird das nicht verbrauchte Jod mit n/10 Natriumthiosulfat unter Verwendung von Stärkelösung als Indikator zurücktitriert und aus der Formel

$$1 \text{ ccm n/10 J} = 1 \text{ ccm Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 = 1,70 \text{ mg H}_2\text{S}$$

auf Schwefelwasserstoff umgerechnet.

Die Thiosulfatbakterien (VIII) sind unter der Gruppe der schwefeloxydierenden Bakterien dadurch gekennzeichnet, daß sie unter vielen organischen und anorganischen Schwefelverbindungen auch Thiosulfate zu Sulfaten oxydieren können.



Als Nebenprodukte dieser Dehydrierung treten zuweilen auch Polythionsäuren und vor allem elementarer Schwefel auf.

In unseren Kulturen wurde die bei Beendigung des Versuches vorhandene Thiosulfatmenge durch Titration mit n/10 Jod ermittelt. Dieser Wert wurde, von dem ebenfalls titrimetrisch gefundenen Anfangswert der unbeimpften Kontrollprobe abgezogen und nach Umrechnung auf mg (1 ccm n/10 J = 1 ccm n/10 Na₂S₂O₃ = 7,91 mg Na₂S₂O₃) als Thiosulfatverbrauch festgehalten.

Für diese Thiosulfattitration wurden jeweils 5 ccm der Probe entnommen. Der Rest diente zur Ermittlung des Nitrits, das bei manchen Formen dieser Mikroben durch Reduktion von Nitraten oft in beträchtlicher Menge gebildet wird. Das analytische Verfahren war dabei das gleiche wie bei den Nitritbildnern (IV) oder den denitrifizierenden Bakterien (VI, XI).

Stickstoffbindende Bakterien (IX, X). Analysiert wurde der Gesamtstickstoffgehalt nach KJELDAHL. Da die empfindliche Vorprobe mit Diphenylamin + Schwefelsäure in allen Fällen die Abwesenheit von Nitraten dokumentierte, konnten wir der unangenehmen Aufschlußmethode mit Phenol-Schwefelsäure entraten und mit gewöhnlicher Schwefelsäure unter Zufügung von CuSO₄ als Katalysator (BARENSCHEEN¹) aufschließen. Zur Aufarbeitung wurden von der sorgfältig durchgeschüttelten Probe je 10 ccm entnommen, im Mikrokjeldahlkolben bis zur vollständigen Klärung zersetzt und im Mikrodestillationsapparat nach PARNAS-WAGNER in n/70 Schwefelsäure destilliert. Durch Rücktitration mit n/70 NaOH (automatische Mikrobüretten, Methylrot als Indikator) wird das vorhandene Ammoniak-N bestimmt. Die in den Tabellen angegebenen N-Werte sind Durchschnittswerte aus 2 bis 3 Parallelbestimmungen, die stets eine ausgezeichnete Übereinstimmung zeigten. Unangenehm machte sich manchmal bei Nährlösung (X) die starke Gipsbildung durch heftiges Stoßen beim Aufschluß bemerkbar. Doch mußte dieser Umstand in Kauf genommen werden, da eine Abtrennung des Kalküberschusses ohne wesentliche N-Verluste nicht durchführbar war.

In manchen Fällen war bei längerer Kulturdauer ein Teil des Wassers durch Verdunstung verschwunden. Vor der Analyse wurde dann jeweils auf das Ausgangsvolumen aufgefüllt. Umgekehrt mußte das bei der Impfung von Wasserproben hinzugefügte Wasservolumen (also meist 1 ccm) entsprechend berücksichtigt werden, da ja die Ausgangssubstanz sowohl als auch das bakteriell gebildete Produkt nicht in 10, sondern in 11 ccm vorhanden war. Die geringe Impfmenge von 2 bzw. 4 cmm bei Schlammproben durfte selbstverständlich vernachlässigt werden.

B. Ergebnisse in tabellarischer Übersicht

Vorbemerkungen über die Anordnung der Tabellen

Die Ergebnisse unserer Untersuchungen sind im folgenden in tabellarischer Form wiedergegeben. Zur rascheren Orientierung seien den notwendig auf engsten Raum zusammengedrängten Tabellen einige erläuternde Worte vorausgeschickt. Jede einzelne Tabelle bringt die Ergebnisse der an einem Tage unter ganz identischen Außenbedingungen entnommenen Proben. Je einer Gruppe von Tabellen, die sich auf einen engeren Zeitraum beziehen, wird eine kleine Übersicht über einige wichtige meteorologische Daten, ein kurzer Auszug aus den Protokollen der meteorologischen Station in Lunz-Seehof vorangestellt.

Vertikalspalte 1 enthält die fortlaufende Probennummer, in Spalte 2 entspricht die nach der allgemeinen Ortsbezeichnung (O-Ufer, Seemitte usw.) in Klammern stehende Ziffer der gleichbezeichneten Stelle in der Kartenskizze (Abb. 1) und den auf S. 291 ff. gegebenen Vorbemerkungen. Die zuletzt stehenden Zahlen dieser Kolonne sind die Tiefenangaben, und zwar immer von der Oberfläche, sowohl des Schlammes als auch des Wassers gerechnet. Die folgenden Vertikalspalten bringen die Ergebnisse der Kulturversuche mit unseren einzelnen Nährböden. Bei I und III die Zählungsergebnisse auf LIEBIG-Bouillongelatine bzw. Harnstoffgelatine, die übrigen die Resultate der chemischen Analyse des betreffenden Nährbodens. Alle Zählungen beziehen sich auf den Keimgehalt von 1 ccm und sind auf diese Einheit umgerechnet. Die chemischen Analysenzahlen geben den Gesamtwert für die Kultur von 10 ccm (bzw. nach Zufügen von 1 ccm bei der Impfung von Wasserproben) 11 ccm Inhalt an.

Die bei der Analyse mengenmäßig bestimmte Verbindung ist jeweils in der zweiten Horizontalspalte angegeben (s. auch S. 310 ff.). Die Zahlenwerte der Tabelle sind Nettowerte, d. h. geben den tatsächlichen Gewinn oder Verbrauch (von N_2O_3 , NH_3 , $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ usw.) an. Die in Horizontalspalte 5 angegebenen Blindwerte bzw. Ausgangswerte (diese bei V und VIIIa) sind also bereits in den Werten verarbeitet. In den drei Unterabteilungen der für jedes einzelne Kulturmödium bezeichnenden Vertikalspalte ist zuerst die verwendete Impfmenge, dann die Analysen- (Zählungs-) Werte der warm (T) inkubierten schließlich die parallelen Angaben für die kalt (K) aufgestellte Reihe angegeben. Horizontalspalte 4 bringt endlich das Datum der Aufarbeitung. Daraus und aus dem über der Tabelle stehenden Datum des Beginnes der Kultur läßt sich somit ohneweiters die Inkubationszeit der betreffenden Serie erschließen. Steht in einer Tabelle an Stelle eines bestimmten Zahlenwertes ein „?“, so heißt das, daß die betreffende Zahl aus irgendeinem Grunde (vorzeitige Verflüssigung der Gelatine, Bruch der

Eprouvette usw.) nicht bestimmt werden konnte. „—“ hingegen zeigt an, daß diese Probe überhaupt nicht aufgestellt wurde.

Ein negativer Wert in den Tabellen soll bedeuten, daß die Analyse hier ein dem zu erwartenden entgegengerichtetes Resultat zeitigte, also Zunahme an Stelle von Verbrauch, und Verbrauch an Stelle von Zunahme. Mit Ausnahme von Spalte II (wohl Ammonverbrauch durch andere als harnstoffspaltende Bakterien) liegen diese Negativwerte durchwegs an der Fehlgrenze.

Metereologische Situationen zur Zeit der Probeentnahme August-September 1927 (Sommerstagnation)

Tag 1927	Niederschlagsmenge mm	Sonnenschein am Tag		Wind	Pegelstand		Wassertemp. Oberfläche (° C.)	
		Std.	Min.		See	Einrinn	See	Einrinn
Aug.								
2.	—	11	35	schw. W.	10	64	19,1	9,1
3.	18,4	3	10	schw. SO.	8	63	21,0	9,6
4.	0,7	2	30	schw. NW.	10	77	19,6	8,6
5.	—	9	00	still	14	70	19,6	9,0
6.	—	6	15	still	12	67	19,0	9,0
7.	23,0	9	35	M. schw. NW.	11	65	19,3	9,7
8.	—	4	30	schw. O.	27	88	19,3	7,8
9.	23,2	11	35	M. schw. SW.	21	80	19,2	8,7
10.	—	8	42	M. schw. NW.	28	107	18,7	7,9
11.	24,8	—	—	still	22	82	17,5	7,8
12.	4,9	5	25	schw. SW.	27	86	18,6	7,8
13.	0,7	7	20	still	19	77	16,7	8,2
14.	—	0	40	still	17	74	16,6	8,3
15.	12,7	0	10	NM. schw. SW.	13	69	17,2	8,4
16.	17,6	0	20	mäß. W.	16	76	16,4	7,8
17.	1,2	0	50	VM. schw. NW.	23	83	14,7	7,7
18.	—	10	05	still	18	75	14,6	7,6
19.	14,8	—	—	F. st. W.	14	71	15,6	8,1
20.	0,7	5	50	M. mäß. SW.	16	76	14,6	7,6
21.	—	10	35	still	14	72	14,4	7,6
22.	0,7	8	45	M. mäß. NW.	12	70	14,8	8,3
23.	0,3	7	50	M. mäß. NW.	10	67	16,2	9,2
24.	2,3	10	10	M. mäß. SO.	9	64	16,0	9,0
25.	14,6	2	30	M. mäß. NW.	9	62	15,2	8,5
26.	16,9	—	—	M. schw. W.	10	64	15,2	7,8
27.	6,6	0	10	zeitw. st. W.	18	80	14,4	7,6
28.	0,7	0	30	still	28	83	13,7	7,4
29.	—	9	20	still	17	74	13,6	7,7
30.	9,3	0	50	still	13	70	14,5	8,0
31.	25,8	—	—	still	12	73	14,6	8,0
Sept.								
1.	0,2	3	45	schw. SW.	37	104	14,4	7,1
2.	—	zirka 11 Std.	—	mäß. NW.	25	82	14,3	7,2

9. August. Temp. Seemitte (1). 0 m 21,7°; 15 m 7,9°; 25 m 5,5°.

November 1927 (Herbstliche Totalzirkulation)

Tag 1927	Nieder- schlags- menge mm	Sonnenschein- zeiten		Wind	Pegelstand		Wassertemp. Oberfläche (° C.)	
		Std.	Min.		See	Einrinn	See	Einrinn
Nov. 23.	—	2	05	F. u. NM. st. SO.	24	86	6,7	5,6
24.	—	—	—	NM. st. SO.	22	80	6,3	6,0
25.	—	—	—	still	19	76	6,3	6,0
26.	—	1	30	still	16	71	6,2	5,8
27.	—	3	05	M. schw. SW.	10	67	6,1	5,1
28.	—	2	55	still	9	67	5,9	4,6
29.	—	1	50	still	8	66	5,9	4,6
30.	—	2	30	still	7	64	5,8	4,6

30. Nov. Temp.-Seemitte (1). 1 m 6,10°; 15 m 6,15°; 32,5 m 5,7°.

Dezember 1927 (Winterstagnation)

Tag 1927	Nieder- schlags- menge mm	Sonnenschein- zeiten in Teilen des ganzen Tages		Wind	Pegelstand		Wassertemp. Oberfläche (° C.)	
		Std.	Min.		See	Einrinn	See	Einrinn
Dez. 22.	5,1	0,50	—	still	— 4	60	—	3,2
23.	—	0,75	—	F. u. N. schw. SO.	— 4	60	—	3,4
24.	—	0,50	—	schw. O.	— 3	60	—	3,8
25.	—	0,50	—	still	— 3	58	—	2,7
26.	—	0,50	—	NM. mäß. SO.	— 2	58	—	3,5
27.	0,2	0,25	—	schw. W.	— 1	62	—	3,5
28.	1,8	0,00	—	st. W.	— 2	62	—	2,8
29.	—	0,50	—	st. NO.	— 2	60	—	3,1
30.	—	0,75	—	mäß. W.	— 3	61	—	1,6

20. Dez. See vollständig zugefroren. — 25. Dez. 9 cm Kerneis. —

30. Dez. 12 cm Kerneis.

Februar 1928 (Vorübergehende Frühjahrs-Totalzirkulation)

Tag 1928	Nieder- schlags- menge mm	Sonnenschein- zeiten		Wind	Pegelstand		Wassertemp. Oberfläche (° C.)	
		Std.	Min.		See	Einrinn	See	Einrinn
Febr. 14.	47,7	—	—	st. W.	0	63	—	4,1
15.	59,9	—	—	still, N. st. W.	24	98	—	3,8
16.	12,3	—	—	F. st. W.	63—75!	152—155!	—	5,5
17.	15,9	0	20	st. Sturm W.	51	110	—	5,4
18.	4,8	—	—	st. W.	28	88	—	4,7
19.	18,3	—	—	F. st. WNW.	19	78	—	4,4
20.	4,6	—	—	VM. st. WNW.	14	74	—	4,6
21.	—	6	15	still	12	72	—	4,2

7. Febr. 9 cm Schnee, 3 cm Schnee-Eis, 21 cm Kerneis. — 21. Febr. See infolge Sturm und Regen zur Hälfte eisfrei. — 24. Febr. See wieder vollständig zugefroren.

April 1928 (Beginn der Sommerstagnation)

Tag 1928	Nieder- schlags- menge mm	Sonnenschein- zeiten		Wind	Pegelstand		Wassertemp. Oberfläche	
		Std.	Min.		See	Einrinn	See	Einrinn
April								
4.	0,3	4	40	schw. W.	21	84	5,7	6,0
5.	4,1	—	—	mäß. NW.	21	84	5,7	6,0
6.	10,4	0	20	mäß. W.	18	79	5,9	6,1
7.	—	9	32	NM. mäß. NO.	17	78	5,6	5,7
8.	—	9	50	mäß. O.	14	73	5,8	5,3
9.	—	10	05	schw. SO.	12	73	6,1	5,7
10.	1,1	10	50	schw. NO.	14	78	6,9	5,7
11.	—	4	35	NM. mäß. WSW.	19	81	7,9	6,1

10. März große Partien am Einrinn eisfrei. — 20. März See fast zur Hälfte eisfrei. — 21. März infolge O.- und SO.-Sturm See drei Viertel eisfrei. — 22. März See vollständig offen.

11. April. Temp. Seemitte (1). 0 m 9,4°; 1 m 8,9°; 15 m 5,0°; 33 m 4,5°.

Juli-August 1928 (Sommerstagnation)

Juli 31.	—	11	30	—	—	3	58	21,2	11,8
August 1.	4,9	7	25	st. W.	—	1	60	14,2	21,2
2.	4,0	1	50	mäß. W.	—	1	59	15,2	21,0
3.	—	8	45	mäß. W.	0	58	14,0	20,0	
4.	15,3	8	45	st. NNO.	0	60	15,0	20,7	
5.	29,1	1	15	schw. N.N.O.	1	60	16,2	21,2	
6.	9,7	—	—	N. st. W.	27	92	13,1	19,8	
11.	—	6	30	—	8	64	10,8	17,4	
12.	—	11	15	NM. windig	4	63	10,8	17,8	
13.	3,2	6	30	N. st. WNW.	2	63	15,4	18,5	
14.	2,0	—	—	mäß. NO. u. SO.	2	62	17,4	19,5	
15.	—	9	55	mäß. NNW., N. W.	1	62	15,1	18,8	
16.	15,5	3	15	mäß. W.	1	60	15,6	18,6	
17.	0,4	1	50	schw. W.	1	60	11,8	18,6	
18.	—	5	00	schw. W.	2	63	11,6	18,3	
20.	—	8	50	Mittg. schw. WSW.	1	60	8,7	18,1	
21.	18,2	1	10	F. NWN. u. W. u. O.	0	59	11,6	18,2	
22.	1,2	2	20	Mittgs. schw. W.	—	62	12,3	17,3	
23.	2,6	—	—	schw. W.	1	65	11,2	17,6	
24.	8,5	10	30	still	3	64	13,2	17,3	
25.	—	10	35	still	5	64	11,2	17,5	
26.	—	6	25	still	4	63	15,7	17,7	
27.	14,3	6	25	Mittgs. schw. W.	3	62	13,5	18,2	
28.	1,0	6	00	F. st. W.	9	66	16,4	19,2	
29.	—	8	10	still	10	66	15,4	18,6	

Dezember 1929 (Winterstagnation)

Tag 1928	Nieder- schlags- menge mm	Sonnenschein- zeiten		Wind	Pegelstand		Wassertemp. Oberfläche	
		Std.	Min.		See	Einrinn	See	Einrinn
Dez. 24.	—	2	00	still	0	35	—	—
25.	—	2	20	still	0	35	—	—
26.	13,5	—	—	schw. W.	—	33	—	1,8
27.	4,2	—	—	schw. W.	3	27	—	2,0
28.	9,0	—	—	still	6	25	—	2,3
29.	6,0	—	—	still	10	20	—	3,9
30.	—	—	—	still	11	20	—	3,6
31.	1,0	—	—	still	11	22	—	3,0

20. Dez. Im See bilden sich Eiskristalle. — 21. Dez. See drei Viertel zugefroren. — 22. Dez. See zugefroren. — 25. Dez. Eisdecke 10 cm Kerneis.

31. Dez. 1928. Temp. Seemitte (1). 0 m 0,8°; 1 m 2,8°; 3 m 3,6°; 5 m 3,9°; 10 m 4,05°; 20 m 4,1°; 32,5 m 4,15°.

C. Diskussion der Ergebnisse

Aus den bisher vorliegenden Serienbestimmungen lässt sich im allgemeinen folgendes ableiten.

Fäulnisbakterien. Die Plattenkulturen mit Kohlehydrat und Eiweißnahrung geben ein gutes Bild von Zahl und Verteilung der organischen Substanz zersetzenden Bakterien im Laufe eines Jahres.

Die höchste Bakterienanreicherung findet sich immer im Schlamm, besonders im Schwebschlamm der Tiefe, wohin die gesamte organische Substanz der reichen Flora und Fauna während und nach der Vegetationsperiode absinkt. Sie erstreckt sich im Schlamm bis mindestens 20 cm Tiefe (soweit wurde untersucht), zeigt pro 1 cmm Zehntausende bis Hunderttausende von Keimen und ist in den jüngsten, obersten Millimetern des Sedimentes immer am größten. Der Gehalt an organischem N ist hier bis fünfmal größer als im Wasser. Hier werden die größten Ammonmengen entbunden, hier spielt sich überhaupt der Hauptumsatz von organischer Materie in anorganische Substanz ab. Auch die Uferbänke zeigen hohe Keimzahlen, um so höher, je mehr aus den litoralen Pflanzenbeständen tote organische Substanz abfällt und sich Fäulnisprozesse abspielen (s. Tabelle 14). Aus dieser Eiweißfäulnis am Ostufer stammt auch der dort genannte Schwefelwasserstoff, nicht von desulfurierenden Bakterien (s. S. 294). Allgemein finden sich im Schlamm mehr aerobe als anaerobe angepaßte Keime (s. Tabelle 19). Gegenüber diesen hohen Bakterienzahlen im Schlamm ist das freie Wasser fast keimfrei. Die Keimzahl pro 1 ccm bewegt sich in den Zehnern. Am höchsten sind noch die Werte im Wasser über dem Tiefenschlamm (noch lose schwebende organische Substanz) und an der Wasseroberfläche, wo dauernd Keime aus der

Luft einfallen. Gesteigert ist diese Keimzahl nach Regen und Sturm. Etwas höhere Werte findet man auch in der 15-m-Zone, wo sich das Wasser der keimreichen Zuflüsse, Seebach und Kanal einschichtet. Die hohe Keimzahl des Ausrinns erklärt sich wohl daraus, daß unmittelbar davor über dem See eine Wirtschaft betrieben wird, deren Abfälle direkt in den See fließen (H_2S -Entwicklung). Das klarste Bild über die Keimverteilung gibt die Bestimmung während der Winterstagnation unter Eis: Maximum im Schweb, weniger im Uferschlamm, minimale Zahlen im Wasser. Der Sprung zwischen Schlamm und Wasser ist das Sprechendste.

Im offenen See verwischen Außenfaktoren zum Teil das Bild, ebenso die Frühjahrs- und Herbstzirkulation. Immer aber sind die Keimzahlen im Schlamm noch um mehrere Zehnerpotenzen höher als im freien Wasser.

Besonders hohe Zahlen im freien Wasser gibt Tabelle 10 aus einer vorübergehenden Zirkulation im Februar nach Sturm und Aufreißen des Sees (das Wasser war sichtbar trüb!).

Ein Phänomen tritt noch in vielen Tabellen deutlich in Erscheinung, nämlich die Kälteanpassung der Bakterien. Wo dauernd niedrige Temperaturen herrschen, wie im Schweb (während des ganzen Jahres etwa 5°) und bei den kalten Quellaustritten am Ostufer, finden wir die höchsten Keimzahlen bei Kultur unter niedriger Temperatur. Ähnliches werden wir noch bei den Harnstoff- und Thiosulfatbakterien feststellen. Dagegen finden wir am besonnten Flachufer wärmeliebende Bakterien (s. Tabelle 14).

Harnstoffzersetzende Bakterien. Auch bei diesen finden wir unvergleichlich hohe Keimzahlen im Schlamm. Hier freilich nur in den oberen, jungen Schichten. Man dürfte mit der Annahme nicht irregehen, daß die Harnstoffspaltung schnell erfolgt und beendet ist, so daß sich dieser Prozeß nur in den frisch abgesunkenen, in Zersetzung befindlichen organischen Massen abspielt. Das gilt ganz allgemein. Bezuglich der Verteilung der Kälteanpassung gilt auch hier das oben Festgestellte. Es muß aber betont werden, daß hier Keimzahl und Aktivität (größte Harnstoffspaltung im Versuch) nicht immer parallel gehen (s. S. 205 und 19, 20). Im Winter enorm hohe Aktivität im obersten Tiefen- und Uferschlamm, kräftig, aber relativ viel geringer im freien Wasser, in den tieferen Schlammschichten wenig Aktivität, aber hohe Keimzahlen! Während der Frühjahrszirkulation im Wasser sehr hoher Umsatz und hohe Keimzahl, ebenso im Litorale. Im Sommer (Tabelle 12 bis 44) in den tiefen Schlammschichten wie im Winter hohe Keimzahl und minimale Umsatzkraft, beides sehr hoch im obersten Schwebschlamm, im Wasser Keimzahl und Aktivität minimal, besonders hoch im Uferschlamm.

Während der Herbstzirkulation hohe Aktivität nur im Uferschlamm.

Stickstoffbindende Bakterien. Es ließ sich eine einheitliche, recht starke Bindung von elementarem Stickstoff feststellen, was unseres

Wissens für das Süßwasser noch nicht konstatiert und gemessen war. Nimmt man nach den vorliegenden Bestimmungen an, daß N-bindende Keime in hoher Aktivität überall im See vorhanden sind und rechnet die Vergleichswerte an gebundenem N auf das ganze Seevolumen um, so kommt man zu bedeutenden N-Werten, die fixiert werden und auf diese Weise das dauernd vorhandene Minimum erhöhen und so zu einer Vegetationssteigerung im See wesentlich beitragen könnten. Die N-Bindung ist am bedeutendsten im Schweb- (oberste Schicht) und Uferschlamm, recht hoch im Wasser über dem Schweb und an der Wasseroberfläche, sonst geringer, während der Zirkulationsperiode überhaupt stark herabgesetzt.

Nitrifizierende Bakterien. Die Tätigkeit dieser Bakterien ist am bedeutendsten im Winter, wo die größten Ammonmengen freigesetzt werden und dort, wo dieser Prozeß am intensivsten ist, also im Tiefenschlamm, aber auch im Litorale. Sie ist während der Frühjahrszirkulation geringer und in der Verteilung unregelmäßiger. Im Frühjahr herrscht Nitratbildung vor, da wohl der vorhergehende Prozeß der Nitritbildung zum größten Teil schon abgelaufen ist.

Die Prozesse sind am schwächsten im Sommer, besonders im freien Wasser, am meisten Keime noch in den Uferbänken und im Kanal (!), hauptsächlich Nitritbildner. Nach meteorologischen Störungen (Tabelle 12) unregelmäßige Verteilung, maximale Keimzahl an der Oberfläche (!). Gegen den Herbst steigt die Tätigkeit der Nitratbildner.

Denitrifizierende Bakterien. Die Tätigkeit dieser Bakterien beginnt erst im Frühjahr und steigt im Sommer auf ein Maximum an. Sie ist bedeutend im Schweb (NH_3 -Gehalt gegenüber dem Wasser zirka 3 : 1), schwächer, aber eindeutig und allgemein vorhanden im freien Wasser, am stärksten im Schlamm und Wasser der seichten Uferbänke. Sie sinkt gegen den Winter auf Null.

Ihre Tätigkeit ist zu der der Nitrifizierenden auch zeitlich gegenläufig. Leider waren im ersten Jahr die Aktivitätsbestimmungen wegen des gewählten Nährbodens nichtssagend.

Desulfurierende Bakterien. Diese Bakteriengruppe ist eindeutig nur im Winter tätig, und zwar nie im Wasser, nur im Schlamm, besonders im Schweb (größte Sulfidmenge im Schweb gefunden), ebenso noch gegen das Frühjahr, sie fehlen dort im Sommer, treten nur vereinzelt nach Sturm und Regengüssen im Wasser auf und sind auch in den Zuflüssen vorhanden. Die Schwefelwasserstoffbildung am Ostufer ist nicht auf ihre Tätigkeit, sondern auf die von Fäulnisbakterien zurückzuführen (vgl. S. 294).

Thiosulfatbakterien. Da eindeutig feststeht¹⁴, daß die sogenannten thiosulfatoxydierenden Bakterien die Reduktionsstufen des Schwefels in Sulfat und Polythionsäuren oxydieren, kann man die methodisch am einfachsten zu handhabenden Thiobakterien als Spezialfall für

Schwefeloxydationsvorgänge und Sulfatbildung (schwefeloxydierende Bakterien) annehmen.

Ihr Studium gab recht klare Ergebnisse. Ihre Tätigkeit ist einheitlich hoch (Schwebschlamm zeigt zirka die vierfache Sulfatmenge als das Wasser darüber), aber auch im freien Wasser relativ bedeutend, besonders nach Sturm und Durchmischung mit Uferschlamm usw. Im Wasser zeigt die Oberfläche stärksten Umsatz (Keimeinfall). Auffallend ist durch die Kälte angepaßten Formen der Schweb (s. Tab. 10 u. a.). Während der Herbst- und Frühjahrszirkulation sind sie im Wasser gleich stark vertreten wie im Schlamm, im Frühjahr besonders auch im Litorale. Im Winter fanden wir sie nur im Schlamm, besonders im Schweb, das ganze Jahr hindurch sehr stark im Uferschlamm. Die oft beobachtete, gleichzeitig mit der Sulfatbildung einhergehende Nitratreduktion zeigt recht verschiedene Werte, die mit den ersten nicht immer parallel gehen.

Doch läßt sich im allgemeinen sagen, daß in der Kultur bei hohem Thioverbrauch auch die Nitritbildung hoch ist, also einer Schwefeloxydation eine Nitratreduktion entspricht. Jedenfalls wirken die Thio-bakterien bei der Denitrifikation auch mit.

Aus all dem ergeben sich einheitlich die Hauptorte, an denen die organische Materie zersetzt wird und deren anorganische Spaltprodukte weiter umgesetzt werden, NH_3 zu Nitrit und Nitrat (Winter — Frühjahr) und so weiter und die Zeiten zu denen sich diese Prozesse abspielen.

Sie geben vorläufig an den charakteristischen Zeitpunkten des Jahres einzelne Ausschnitte über Art, Zahl und Tätigkeit der wichtigsten, am biologischen Stoffumsatz beteiligten Bakteriengruppen.

Der folgende Bericht der chemischen Analysen des Sees wird dieses Bild erst richtig durchleuchten und nochmals darauf zurückkommen lassen.

Zusammenfassung

Es wurden die Ziele erörtert, die heute einer biologisch-chemischen Seenforschung gesetzt sind.

Diese erste Mitteilung unserer darauf eingestellten Arbeiten am Lunzer Untersee bringt die Erfassung der wichtigsten und charakteristischen Bakterienformen, die am biologischen Stoffumsatz beteiligt sind.

Es werden die dabei bewährten oder neu erprobten Methoden zur Entnahme der Proben, Züchtung, Zählung und Aktivitätsbestimmung dieser Bakterien ausführlich beschrieben.

Mit diesen Methoden wurden durch zwei Jahre durch verschiedene charakteristische Zeiten der Jahresperiode jeweils an allen typischen Punkten des Sees bakteriologische Bestimmungen von Fäulnis-, harn-

stoffspaltenden, N-bindenden, nitrifizierenden, denitrifizierenden, desulfurierenden und sulfurierenden Bakterien durchgeführt. Durch Paralleluntersuchung unter natürlichen Bedingungen im See wurde die Begründung, aus den Werten unserer Laboratoriumsversuche auf die natürlichen Verhältnisse zurückzuschließen, erwiesen.

Die Analysenwerte ergeben unter Zuhilfenahme der jeweils herrschenden meteorologischen Faktoren und Gesamtorgänge im See ein erstes orientierendes Bild über die Bakterientätigkeit während eines Jahreszyklus im See als System betrachtet.

Die Ergebnisse von bakteriologischen Untersuchungen (vor allem Ermittlung des Keimgehaltes) welche F. RUTTNER vor etwa 20 Jahren und in den letzten Jahren ZIH an den Lunzer Seen durchführten, wird eine demnächst erscheinende Mitteilung bringen. Ihre Drucklegung vor dem Erscheinen unserer auf weiterer Basis aufbauenden Arbeit war durch eine Forschungsreise von F. RUTTNER nach Java verhindert.

Literaturverzeichnis

- ¹ Barrenscheen H. K. Die chemische Blutuntersuchung in: BARRENSCHEEN, H. K., und WILLHEIM, R., Die Laboratoriumsmethoden der Wiener Kliniken, Wien 1928, 150.
- ² Brehm V. und Ruttner F. Die Biocönosen der Lunzer Gewässer. Internat. Rev. d. ges. Hydrobiol. und Hydrograph., 1926, 16, 281.
- ³ Cramer C. Berichte über den Bakteriengehalt des Wassers usw. von Zürich usw. Zürich 1885.
- ⁴ Domogalla B. P. und Fred E. B. Ammoniak- und Nitratuntersuchungen der Seen in der Nähe von Madison, Wisconsin. Journ. Am. Soc. of Agronomy, 18, 897.
- ⁵ Domogalla B. P., Fred E. B. und Peterson W. H. Die jahreszeitlichen Schwankungen im Ammoniak- und Nitratgehalt der Seen. Journ. Amer. Water Works Ass., 1926, 15, 369.
- ⁶ Domogalla B. P., Juday C. und Peterson W. H., Die Formen des Stickstoffs in gewissen Seewässern. Journ. of Biol. Chem. 1925, 63, 269.
- ⁷ Düggeli M. Hydrobiologische Untersuchungen im Pioragebiet. Bakteriologische Untersuchungen am Ritomsee. Revue d'Hydrologie, 1924. 2, 65.
- ⁸ Fischer B. Die Bakterien des Meeres nach den Untersuchungen der Planktonexpedition. Kiel und Leipzig 1894.
- ⁹ Fred E. B., Wilson F. C. und Davenport A. The distribution and significance of bacteria in lake Mendota. Ecology, 1924, 5, 322.
- ¹⁰ Fuhrmann, F. und Příbram E. Die wichtigsten Methoden beim Arbeiten mit Bakterien. In: ABBERHALDEN E., Handbuch d. biolog. Arbeitsmethoden, Abt. XII, 483.
- ¹¹ Götzinger G. Geomorphologie der Lunzer Seen und ihres Gebietes. Internat. Rev. d. ges. Hydrobiol. und Hydrograph., 1912, Hydrogr. Suppl. 1.
- ¹² Janke A. und Zikes H. Arbeitsmethoden d. Mikrobiologie. Dresden und Leipzig 1928.
- ¹³ Kleiber A. Qualitative und quantitative bakteriologische Untersuchungen des Zürichseewassers. Zürich, 1894.

- ¹⁴ Klein G. und Limberger A. Zum Kreislauf des Schwefels im Boden. Bioch. Zeitschr., 1923, 143, 473.
- ¹⁵ Koch A. Nachweis der Assimilation des Luftstickstoffs. In: ABDERHALDEN E.: Handb. d. Zoolog. Arbeitsmethoden, Abt. XI, Teil 3.
- ¹⁶ Krüss, G. u. H., Kolorimetrie u. quantitative Spektralanalyse in ihrer Anwendung i. d. Chemie. 2. Aufl., Leipzig 1909.
- ¹⁷ Küster E. Anleitung zur Kultur der Mikroorganismen. 3. Aufl. Leipzig und Berlin 1921.
- ¹⁸ Minder L. Zur Hydrophysik des Zürich- und Walensees, nebst Beitrag zur Hydrochemie und Hydrobakteriologie des Zürichsees. Arch. f. Hydrobiolog. 1920, 12, 122.
- ¹⁹ Molisch H. Pflanzenbiologie in Japan. Jena 1926. S. 57ff.
- ²⁰ Molisch H. Über Kalkbakterien und andere kalkfällende Pilze. Centralbl. f. Bacteriolog., II. Abt., 1925, 65, 130.
- ²¹ Mulley G., Analysen d. Schlammes der Lunzer Seen. Internat. Rev. f. d. ges. Hydrobiolog. u. Hydrograph., 1914, 5. Hydrograph. Suppl. Serie 3.
- ²² Mulley G. und Wittman J. Analysen des Wassers der Lunzer Seen. Ebenda.
- ²³ Ohlmüller und Spitta. Die Untersuchung und Beurteilung des Wassers und Abwassers. 4. Aufl. Berlin 1921.
- ²⁴ Peterson W. H., Fred E. B. und Domogalla B. P. Das Vorkommen von Aminosäuren und anderen organischen Stickstoffverbindungen in Seewasser. Journ. of Biol. Chem., 1925, 63, 287.
- ²⁵ Pfenniger A. Beiträge zur Biologie des Zürichsees. Inaug. Dissert. Leipzig 1902.
- ²⁶ Pringsheim H. Stoffwechseluntersuchungen an Bakterien. Nachweis ihrer Stoffwechselprodukte. In: ABDERHALDEN E., Handbuch d. biolog. Arbeitsmethoden, 1922, Abt. II, H. I, 1.
- ²⁷ Ruttner F. Die biologische Station in Lunz (KUPELWIESERSche Stiftung), ihre Einrichtung und Arbeitsweise. Ebenda, 1924, Abt. IX, Teil 2.
- ²⁸ Ruttner F. Das elektrolytische Leitvermögen verdünnter Lösungen unter dem Einflusse submerser Gewächse. I. Sitzber. d. Akad. d. Wiss. Wien, math.-naturw. Kl., Abt. I, 1921, 130.
- ²⁹ Thienemann A. Untersuchungen über die Beziehungen zwischen dem Sauerstoffgehalt des Wassers und die Zusammensetzung der Fauna in norddeutschen Seen. I. Mitteigl. Arch. f. Hydrobiolog., 1918, 12.
- ³⁰ Thienemann A. Die Gewässer Mitteleuropas, eine hydrobiologische Charakteristik ihrer Haupttypen. Handb. d. Binnenfischerei. Mitteleuropas, Bd. I, Stuttgart 1923.
- ³¹ Treadwell F. P. Kurzes Lehrbuch der analytischen Chemie. 2 Bde. 10. Aufl., Wien 1922.
- ³² Waksman S. A. Mikrobiologie des Bodens. In: ABDERHALDEN E., Handbuch der biolog. Arbeitsmethoden, Abt. XI, Teil 3.

Tabelle 1. Probeentnahme am 9. VIII. 1927

Analyse		I. Nährgelatine			II. Harnstoffbakt.			III. Harnstoffgelatine			IV. Nitrifiz. Bakt. a. $\text{NH}_3 \rightarrow \text{N}_2\text{O}_3$			V. Nitrifiz. Bakt. b. $\text{N}_2\text{O}_3 \rightarrow \text{N}_2\text{O}_5$			VI. Denitrifiz. Bakt. (GILTAY)			VII. Desulfur. Bakt. (aerob)			VIII. Thiosulfat-Bakterien							
		Keimzahl/1 Öse 1 ccm			NH ₃ -Bildg. mg/10 (11) ccm			Keimzahl/1 ccm			N ₂ O ₃ -Bildg. mg/10 (11) ccm			N ₂ O ₃ -Verbr. mg/10 (11) ccm			N ₂ O ₃ -Bildg. mg/10 (11) ccm			H ₂ S-Bildg. mg/10 ccm			Na ₂ S ₂ O ₃ -Verbr. mg 10 (11) ccm			N ₂ O ₅ -Bildg. mg 10 (11) ccm				
		Impfg.	T	K	Impfg.	T	K	Impfg.	T	K	Impfg.	T	K	Impfg.	T	K	Impfg.	T	K	Impfg.	T	K	Impfg.	T	K	Impfg.	T	K		
Datum der Analyse					18. VIII.	—					18. VIII.	—					3. IX.	—				30. VIII.	—		18. VIII.	—		18. VIII.	—	
Blindwert (Anfangswert)					0						0						4,9					0,00			12,6			0		
4	Seemitte (1), Schlamm	—	—	—	1 Öse	0,02	—	1 Öse	168	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	4	
3	„ „ Wasser, 25 m	0,5 ccm	8	—	1 ccm	0,13	—	0,5 ccm	0	—	1 ccm	0—+	—	1 ccm	0,0	—	—	—	—	—	1 ccm	0,00	—	0,5 ccm	1,7	—	0	—	3	
2	„ „ „ 15 m	0,5 ccm	6	—	1 ccm	—0,13	—	0,5 ccm	0	—	1 ccm	0	—	1 ccm	0,0	—	—	—	—	—	0,3 ccm	0,00	—	0,3 ccm	0,6	—	0	—	2	
1	„ „ „ 0 m	0,5 ccm	16	—	1 ccm	—0,13	—	0,5 ccm	0	—	1 ccm	0	—	1 ccm	0,0	—	—	—	—	—	1 ccm	0,00	—	1 ccm	11,9	—	0	—	1	

Zu Tabelle 1. Diese Reihe war ebenso wie die folgenden fünf als Vorversuch gedacht, in welchen die Methoden von Entnahme, Impfung, Zeitdauer der Kultur und Aktivitätsprobe durchgeprüft und erste orientierende Gesichtspunkte gewonnen werden sollten. Immerhin ist auch den Ergebnissen dieser Versuche manches zu entnehmen. So sind jedenfalls im Wasser der verschiedenen Tiefe relativ wenige Keime, an der der Luftinfektion vor allem exponierten Oberfläche vergleichsweise mehr. Harnstoffbakterien finden sich nur oder fast nur im Schlamm, dort aber

reichlich. Die Kulturen der nitrifizierenden Bakterien hatten eine zu kurze Inkubationsdauer; ebenso war im Einklang mit späteren Tabelle 2. und 3. die Wirkung der kurzlaufenden und außerdem aeroben Kulturen eine Wirksamkeit der sulfatreduzierenden Bakterien nicht zu erwarten. Thiostoffe wurden überall gefunden, maximal an der Oberfläche.

Tabelle 2. Probeentnahme am 10. VIII. 1927

Analyse		I. Nährgelatine			II. Harnstoffbakt.			III. Harnstoffgelatine			IV. Nitrifiz. Bakt. a. $\text{NH}_3 \rightarrow \text{N}_2\text{O}_3$			V. Nitrifiz. Bakt. b. $\text{N}_2\text{O}_3 \rightarrow \text{N}_2\text{O}_5$			VI. Denitrifiz. Bakt. (GILTAY)			VII. Desulfur. Bakt. (aerob)			VIII. Thiosulfat-Bakterien										
		Keimzahl/1 Öse 1 ccm			NH ₃ -Bildg. mg/10 (11) ccm			Keimzahl/1 Öse 1 ccm			N ₂ O ₃ -Bildg. mg/10 (11) ccm			N ₂ O ₃ -Verbr. mg/10 (11) ccm			N ₂ O ₃ -Bildg. mg/10 (11) ccm			H ₂ S-Bildg. mg/10 ccm			Na ₂ S ₂ O ₃ -Verbr. mg 10 (11) ccm			N ₂ O ₅ -Bildg. mg 10 (11) ccm							
		Impfg.	T	K	Impfg.	T	K	Impfg.	T	K	Impfg.	T	K	Impfg.	T	K	Impfg.	T	K	Impfg.	T	K	Impfg.	T	K	Impfg.	T	K					
Datum der Analyse					18. VIII.	—					18. VIII.	18. VIII.					3. IX.	3. IX.				18. VIII.	18. VIII.		30. VIII.	30. VIII.		18. VIII.	18. VIII.				
Blindwert (Anfangswert)					0						0						4,4					0			0,00			12,6			0		
7	Seemitte (1), Schlammwasser	1 Öse	≈	—	1 Öse	0,41	0,17	1 Öse	52	—	1 Öse	0	0	1 Öse	0,0	0,0	1 Öse	0	0	1 Öse	0,00	0,00	1 Öse	0,0	1,2	0	—	—					
8	„ „ Wasser, 32 m	0,5 ccm	> 160	—	0,5 ccm	—	0,13	0,5 ccm	0	—	0,5 ccm	—	0	0,5 ccm	—	0,0	0,5 ccm	—	0	0,5 ccm	—	0,00	0,5 ccm	—	1,9	—	0	—	8				
6	„ „ „ 15 m	0,5 ccm	56	—	1 ccm	—	0,40	0,5 ccm	0	—	1 ccm	0	Spur	1 ccm	0,0	0,0	1 ccm	—	0	1 ccm	—	0,00	1 ccm	—	0,8	—	0	6					
5	„ „ „ 0 m	1 ccm	> 15	—	1 ccm	0,25	0,63	1 ccm	0	0	1 ccm	+— +	0 — +	1 ccm	0,0	0,0	1 ccm	0	0	1 ccm	0,00	0,00	1 ccm	2,5	1,4	+— +	+	5					

Zu Tabelle 2. Die Keimzahl auf Bouillongelatine ist hier sehr charakteristisch: Im Schlamm und knapp darüber reichlich Keime, in 15 m, der Einschichtungszone des See-Eintrins (Seebach), der am Tag vorher durch Sturm und Regen aus der Luft und vom Ufer reichlich Keime erhalten hatte, relativ viel Bakterien. Die Harnstoffzerstörung ist im Schlamm wieder sehr hoch, was sich mit der Keimzahl deckt, im Wasser selber

kein oder nur ein sehr schwacher Harnstoffabbau. Nitrifizierende Keime dieses mal nach dem Regen an der Wasseroberfläche merklich, ebenso Thiobakterien.

Tabelle 3. Probenentnahme am 19. VIII. 1927

	Analyse	I. Nährgelatine			II. Harnstoffbakt.			III. Harnstoffgelatine			IV. Nitrifiz. Bakt. a. $\text{NH}_3 \rightarrow \text{N}_2\text{O}_3$			V. Nitrifiz. Bakt. b. $\text{N}_2\text{O}_3 \rightarrow \text{N}_2\text{O}_5$			VI. Denitrifiz. Bakt. (GILTAY)			VII. Desulfur. Bakt. (aerob)			VIII. Thiosulfat-Bakterien							
		Keimzahl/1 ccm			NH ₃ -Bildg. mg/10 (11) ccm			Keimzahl/1 ccm			N ₂ O ₃ -Bildg. mg/10 (11) ccm			N ₂ O ₃ -Verbr. mg/10 (11) ccm			N ₂ O ₃ -Bildg. mg 10 (11) ccm			H ₂ S-Bildg. mg/10 ccm			Na ₂ S ₂ O ₃ -Verbr. mg/10 (11) ccm			N ₂ O ₅ -Bildg. mg 10 (11) ccm				
		Keimpf. T K			Keimpf. T K			Keimpf. T K			Keimpf. T K			Keimpf. T K			Keimpf. T K			Keimpf. T K			Keimpf. T K			Keimpf. T K				
		22. VIII. 23. VIII.			30. VIII. 30. VIII.			30. IX. 5. IX.			30. VIII. 30. VIII.			4,40			30. VIII. 30. VIII.			30. VIII. 30. VIII.			0,00			12,6				
	Blindwert (Anfangswert)	0			0,8			0			0 — +			0 — +			0			0,00			0,0			2,1				
9	O-Ufer (4), Schlammwasser	0,5 ccm	514	8800	1 ccm	1,7	22,4	0,5 ccm	2	2	1 ccm	+	—	0 — +	1 ccm	0,01	0,0	1 ccm	0	0	1 ccm	0,00	0,00	1 ccm	0,0	0,0	1 ccm	2,1	—	9
10	N-Ufer (5), "	0,5 ccm	18064	1488	1 ccm	29,8	18,4	0,5 ccm	∞	225	1 ccm	+ — —	—	0 — +	1 ccm	0,5	0,9	1 ccm	0	0	1 ccm	0,00	0,00	1 ccm	0,0	3,4	1 ccm	0	0	0
11	" (6), "	0,5 ccm	642	1164	1 ccm	29,8	24,5	0,5 ccm	?	> 166	1 ccm	0 — +	—	0 — +	1 ccm	0,2	0,4	1 ccm	—	0	1 ccm	0,00	0,00	1 ccm	0,0	3,8	1 ccm	0	0	1
12	" (7), Wasser 3 m (Elodea)	0,5 ccm	?	1200	1 ccm	10,3	24,5	0,5 ccm	0	4	1 ccm	+ — + +	—	0 — +	1 ccm	0,46	1,0	1 ccm	—	0	1 ccm	0,00	0,00	1 ccm	0,1	12,3	1 ccm	0	0	0

Zu Tabelle 3. Im Schlamm der verschiedenen Litoralzonen fanden sich, wie zu erwarten, sehr große Keimzahlen; im speziellen hohe Werte für die Harnstoffzersetzung. Das gleiche gilt auch für das aus der dichten Elodea-Vegetation des Nordufers entnommene Wasser. An den Stellen der kalten Quellaustritte des Ostufers herrschen, worauf später noch besonders zurückzukommen sein wird, an tiefe Temperaturen angepaßte Formen

Tabelle 4. Probenentnahme am 23. VIII. 1927

	Analyse	I. Nährgelatine			II. Harnstoffbakt.			III. Harnstoffgelatine			IV. Nitrifiz. Bakt. a. $\text{NH}_3 \rightarrow \text{N}_2\text{O}_3$			V. Nitrifiz. Bakt. b. $\text{N}_2\text{O}_3 \rightarrow \text{N}_2\text{O}_5$			VI. Denitrifiz. Bakt. (GILTAY)			VII. Desulfur. Bakt. (aerob)			VIII. Thiosulfat-Bakterien									
		Keimzahl/1 ccm			NH ₃ -Bildg. mg/10 (11) ccm			Keimzahl/1 ccm			N ₂ O ₃ -Bildg. mg/10 (11) ccm			N ₂ O ₃ -Verb. mg/10 (11) ccm			N ₂ O ₃ -Bildg. mg 10 (11) ccm			H ₂ S-Bildg. mg/10 ccm			Na ₂ S ₂ O ₃ -Verbr. mg/10 (11) ccm			N ₂ O ₅ -Bildg. mg 10 (11) ccm						
		Keimpf. T K			Keimpf. T K			Keimpf. T K			Keimpf. T K			Keimpf. T K			Keimpf. T K			Keimpf. T K			Keimpf. T K			Keimpf. T K						
		26. VIII. 27. VIII.			5. IX. 5. IX.			5. IX. 5. IX.			5. IX. 5. IX.			4,4			0,00			0,00			0,00			13,4			0			
	Blindwert (Anfangswert)	0			3,45			0			0,00			0,00			0,5			1 ccm			0,00			0,00			0,0			14
14	Ausrinn (8), Grundwasser	0,2 ccm	5720	14200	1 ccm	12,85	0,44	0,2 ccm	1	0	1 ccm	0,00	0,00	1 ccm	0,5	0,2	1 ccm	0,00	0,00	1 ccm	0,00	0,00	1 ccm	0,0	0,0	1 ccm	0,0	0,0	1 ccm	—	—	14
13	" , Wasser, 0,1 m	0,2 ccm	65	470	1 ccm	— 1,91	— 0,58	0,2 ccm	0	0	1 ccm	0,0080	0,0035	1 ccm	0,4	0,1	1 ccm	0,00	0,00	1 ccm	0,00	0,00	1 ccm	0,0	0,0	1 ccm	0,0	0,0	1 ccm	—	—	13
16	S-Ufer (2), <i>Rivularia</i> , 7, Schlw.	0,2 ccm	5290	1925	1 ccm	7,15	1,20	0,2 ccm	1	1	1 ccm	0,00	0,00	1 ccm	0,4	1,3	1 ccm	0,00	0,00	1 ccm	0,00	0,00	1 ccm	0,6	0,0	1 ccm	—	—	16			
15	" , Wasser, 0,1 m	0,2 ccm	20	25	1 ccm	— 1,41	— 0,78	0,2 ccm	0	0	1 ccm	0,0043	0,0018	1 ccm	0,6	1,0	1 ccm	0,00	0,00	1 ccm	0,00	0,00	0,5 ccm	0,0	0,0	1 ccm	—	—	15			
17	" , <i>Tolypothrix</i> , Schl.	0,2 ccm	2940	450	1 ccm	— 0,74	2,88	0,2 ccm	0	0	1 ccm	0,0021	0,00	1 ccm	0,4	0,3	1 ccm	0,00	0,00	1 ccm	0,00	0,00	1 ccm	0,0	0,0	1 ccm	—	—	17			

Zu Tabelle 4. Aus diesem Versuch ergibt sich eindeutig, daß im Schlamm die Keimzahl pro Volumeneinheit um mehrere Zehnerpotenzen höher ist als im darüber befindlichen freien Wasser. Das Gleiche gilt für die Entwicklung der Ureasebakterien und der Nitrifikanten. Thiosulfatbakterien zeigten sich diesmal nur in einer einzigen Kultur, die parallele Nitritbildung liefert kein auswertbares Bild.

Tabelle 5. Probenentnahme am 1. IX. 1927

Analyse	I. Nährgelatine			II. Harnstoffbakt.			III. Harnstoffgelatine			IV. Nitrifiz. Bakt. a. $\text{NH}_3 \rightarrow \text{N}_2\text{O}_3$			V. Nitrifiz. Bakt. b. $\text{N}_2\text{O}_3 \rightarrow \text{N}_2\text{O}_5$			VI. Denitrifiz. Bakt. (GILTAY)			VII. Desulfur. Bakt. (anaerob)*			VIII. Thiosulfat-Bakterien							
	Keimzahl/1 ccm			NH ₃ -Bildg. mg/10 (11) ccm			Keimzahl/1 ccm			N_2O_3 -Bildg. mg/10 (11) ccm			N_2O_3 -Verbr. mg/10 (11) ccm			N_2O_3 -Bildg. mg/10 (11) ccm			H_2S -Bildg. mg/ca. 10 ccm			$\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ -Verbr. mg/10 (11) ccm			N_2O_5 -Bildg. mg/10 (11) ccm				
	Datum der Analyse	Impfg.	T	K	Impfg.	T	K	Impfg.	T	K	Impfg.	T	K	Impfg.	T	K	Impfg.	T	K	Impfg.	T	K	Impfg.	T	K	Impfg.	T	K	
Blindwert (Anfangswert)				0																									
18	Seemitte (1), Wasser, 33 m	0,2 ccm	40	2925	1 ccm	—0,58	—0,26	0,2 ccm	0	0	1 ccm	0,0014	0,0023	1 ccm	0,0	0,6	1 ccm	0,00	0,00	1 ccm	0,00	0,00	1 ccm	0,00	0,46	0,021	0,013	18	
19	" 15 "	0,2 ccm	100	475	1 ccm	—0,90	0,22	0,2 ccm	0	0	1 ccm	0,0013	0,0023	1 ccm	0,8	0,7	1 ccm	0,00	0,00	1 ccm	0,00	0,00	1 ccm	0,00	0,86	0,00067	0,0617	19	
20	" 1 "	0,2 ccm	1000	100	1 ccm	—0,48	—1,03	0,2 ccm	0	0	1 ccm	0,0015	0,0011	1 ccm	0,4	0,6	1 ccm	0,00	0,00	1 ccm	0,00	0,00	1 ccm	0,00	0,7	0,006	0,011	20	
21	S-Ufer (2), Schlammwasser	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	21	
22	O-Ufer (4), "	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	22	

Zu Tabelle 5. Bezuglich der Keimzahl tritt im Wasser bis zum Schlamm eine auffallende Gegenläufigkeit von kälteliebenden Formen (Tiefe) und wärmeliebenden Arten (Oberfläche) zutage. Harnstoffzerstörung, wie in den vorigen Tabellen, im Wasser kaum vorhanden. Ebenso fällt daselbst die sehr geringe Tätigkeit der Nitrifikanten und Thiosulfatbakterien auf.

* Parallel Serie aerob rein negativ.

Tabelle 6. Probenentnahme am 2. IX. 1927

Analyse	I. Nährgelatine			II. Harnstoffbakt.			III. Harnstoffgelatine			IV. Nitrifiz. Bakt. a. $\text{NH}_3 \rightarrow \text{N}_2\text{O}_3$			V. Nitrifiz. Bakt. b. $\text{N}_2\text{O}_3 \rightarrow \text{N}_2\text{O}_5$			VI. Denitrifiz. Bakt. (GILTAY)			VII. Desulfur. Bakt. (anaerob)*			VIII. Thiosulfat-Bakterien						
	Keimzahl/1 ccm			NH ₃ -Bildg. mg/10 (11) ccm			Keimzahl/1 ccm			N_2O_3 -Bildg. mg/10 (11) ccm			N_2O_3 -Verb. mg/10 (11) ccm			N_2O_3 -Bildg. mg/10 (11) ccm			H_2S -Bildg. mg/ca. 11 ccm			$\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ -Verbr. mg/10 (11) ccm			N_2O_5 -Bildg. mg/10 (11) ccm			
	Datum der Analyse	Impfg.	T	K	Impfg.	T	K	Impfg.	T	K	Impfg.	T	K	Impfg.	T	K	Impfg.	T	K	Impfg.	T	K	Impfg.	T	K	Impfg.	T	K
Blindwert (Anfangswert)				0																								
24	Seemitte (1), Schlammwasser	0,2 ccm	4190	400	1 ccm	35,35	93,25	0,2 ccm	4575	3860	1 ccm	0,015	0,00	1 ccm	0,3	0,5	1 ccm	0,00	0,00	1 ccm	0,00	0,00	1 ccm	8,88	0,00	0,15	0,03	24
26	S-Ufer (2), <i>Tolyphothrix</i> , Schlw.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	26	
28	N-Ufer (7), Schlammwasser	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	28	
29	O-Ufer (4), "	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	29	
25	S-Ufer (9), "	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	25	

Zu Tabelle 6. Zahl und Aktivität von Fäulnisbakterien, Harnstoff-, nitrifizierenden und Thiosulfatbakterien, wie für den Schlamm charakteristisch sehr hoch. Die hier wie in Versuch 5 aufgestellten Kulturen von desulfurierenden Bakterien waren nach kurzer Inkubationsdauer sowohl unter anaeroben als auch aeroben Kulturbedingungen rein negativ.

* Parallel Serie aerob rein negativ.

Tabelle 7. Probenentnahme am 30. XI. 1927

* Parallelle Serie aerob rein negativ.

Zu Tabelle 7. Diese Tabelle gibt zum ersten Male die Resultate einer gleichzeitigen quantitativen Überprüfung aller in Betracht gezogenen Bakteriengruppen. Die Resultate sind deswegen von besonderer Bedeutung, weil sie aus der Periode der relativ kurzen herbstlichen Totalzirkulation stammen. Dabei finden sich im Wasser relativ hohe Keimzahlen (Durchmischung!), trotzdem aber im Schlamm noch wesentlich mehr (30 gegen 31 bis 33, 34 und 35 gegen 36). Diesmal fehlt auch im Schlamm die Harnstoffzersetzung, nur ein enorm hoher Wert fand sich in einer Probe der *Tolyphothrix*-Zone des Sudufers; ebenso ist die Nitrifikation sehr gering. Für die Wirkung der Thiobakterien ergeben sich sehr gleichmäßige Werte im Schlamm und auch im Wasser. Zugehörige Nitritbildung findet sich nur im Schlamm. In allen bisherigen

Versuchen waren Versuche über Denitrifikation mit der Nährlösung nach GILTAY völlig negativ verlaufen. Zweifellos ist die stark saure Nährösung dieses Nährbodens für die deminifizierenden Bakterien des Wassers und des Schlamms ungünstig, denn mit der schwach alkalischen Nährösung nach VAN IERSON ergaben sich in den späterhin durchgeführten Versuchen zahlreiche positive Ergebnisse. Die hier zweimal aufgetretene Sulfatreduktion ist nicht auf Bakterien, sondern auf in diesen Kulturen üppig wuchernde Schimmelpilze zurückzuführen. Die Sulfatreduktion in den anaeroben Kulturen rein negativ.

Tabelle 8. Probenentnahme am 29. XII. 1927

		I. Nährgelatine			II. Harnstoffbakt.			III. Harnstoffgelatine			IV. Nitrifiz. Bakt. a. $\text{NH}_3 \rightarrow \text{N}_2\text{O}_3$			V. Nitrifiz. Bakt. b. $\text{N}_2\text{O}_3 \rightarrow \text{N}_2\text{O}_5$			VI. Denitrifiz. Bakt. (GILTAV)			VII. Desulfur. Bakt. (anaerob)*			VIII. Thiosulfat-Bakterien										
		Keimzahl/1 ccm			NH ₃ -Bildg. mg/10 (11) ccm			Keimzahl/1 ccm			N ₂ O ₃ -Bildg. mg/10 (11) ccm			N ₂ O ₃ -Verbr. mg/10 (11) ccm			N ₂ O ₃ -Bildg. mg/10 (11) ccm			H ₂ S-Bildg. mg/ca. 10 ccm			Na ₂ S ₂ O ₃ -Verbr. mg/10 (11) ccm			N ₂ O ₅ -Bildg. mg/10 (11) ccm							
		Analyse			Impfg.	T	K	Impfg.	T	K	Impfg.	T	K	Impfg.	T	K	Impfg.	T	K	Impfg.	T	K	Impfg.	T	K	Impfg.	T	K	Impfg.	T	K		
		Datum der Analyse			6. I.	6. I.		Impfg.	T	K	Impfg.	T	K	Impfg.	T	K	Impfg.	T	K	Impfg.	T	K	Impfg.	T	K	Impfg.	T	K	Impfg.	T	K		
		Blindwert (Anfangswert)				0						2,75				0				0,00				5,31				0,00				0,00	
38	Seemitte (1), Schlammwasser	0,2 ccm	16500	73800	1 ccm	157,00	60,75	0,2 ccm	300	?	1 ccm	4,73	0,036	1 ccm	0,73	0,21	1 ccm	0,00	0,00	1 ccm	1,47	3,74	1 ccm	7,33	0,61	0,0033	0,032	38					
39	„ Wasser, 33,5 m	0,2 ccm	10	30	1 ccm	2,52	1,99	0,2 ccm	0	0	1 ccm	0,011	0,0098	1 ccm	0,08	0,72	1 ccm	0,00	0,00	1 ccm	0,00	0,00	1 ccm	0,47	0,00	0,00	0,026	39					
40	„ „ 15 „	0,2 ccm	20	5	1 ccm	2,62	2,56	0,2 ccm	0	0	1 ccm	0,012	0,0041	1 ccm	0,27	1,36	1 ccm	0,00	0,00	1 ccm	0,00	0,00	1 ccm	0,00	0,14	0,00	0,00	40					
41	„ „ 1 „	0,2 ccm	10	5	1 ccm	1,20	1,54	0,2 ccm	0	5 (?)	1 ccm	0,0064	0,0085	1 ccm	0,43	1,36	1 ccm	0,00	0,00	1 ccm	0,00	0,00	1 ccm	0,42	0,00	0,00	0,0055	41					

* Parallel Serie aerob rein negativ.

Zu Tabelle 8 und 9. Die Proben im Versuch 8 und 9 stammen aus dem einheitlich zugefrorenen See (Winterstagnation) und ergeben ein ungemein klares Bild der Keimverteilung. Hohe Bakterienreicherung und -tätigkeit im Schwem- und Uferbankschlamm, ganz minimale Keimzahlen im freien Wasser. Daß auch und gerade in dieser Periode absoluter Ruhe die Aktivität der Bakterien im Schlamm eindeutig herauptspringt, zeigen die Werte bei den Harnstoffbakterien, nitrifizierenden, desulfurierenden und Thiosulfatbakterien. Hier zum ersten Male, und zwar ausschließlich im Schlamm starke Sulfatreduktion. Hier sind wir offenbar im Stadium des Massenumsetztes der im Schlamm angereicherten bzw. in den Schwem abgesunkenen Leichenmasse der Organismenproduktion aus der voraufgegangenen Vegetationsperiode. Daß gerade in diesen Versuchs-

Tabelle 9. Probenentnahme am 30. XII. 1927

Analyse	I. Nährgelatine			II. Harnstoffbakt.			III. Harnstoffgelatine			IV. Nitrifiz. Bakt. $\text{NH}_3 \rightarrow \text{N}_2\text{O}_3$			V. Nitrifiz. Bakt. $\text{N}_2\text{O}_3 \rightarrow \text{N}_2\text{O}_5$			VI. Denitrifiz. Bakt. (GILTY)			VII. Desulfur. Bakt. (anaerob)*			VIII. Thiosulfat-Bakterien									
	Keimzahl/1 ccm			NH_3 -Bildg. mg/10 (11) ccm			Keimzahl/1 ccm			N_2O_3 -Bildg. mg/10 (11) ccm			N_2O_3 -Verb. mg/10 (11) ccm			N_2O_3 -Bildg. mg/10 (11) ccm			H_2S -Bildg./ca. 10 ccm			$\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ -Verbr. mg/10 (11) ccm			N_2O_5 -Bildg. mg/10 (11) ccm						
	Impfg.	T	K	Impfg.	T	K	Impfg.	T	K	Impfg.	T	K	Impfg.	T	K	Impfg.	T	K	Impfg.	T	K	Impfg.	T	K	Impfg.	T	K	Impfg.	T	K	
Datum der Analyse		3. I.	6. I.		13. I.	13. I.		6. I.	29. I.		16. I.	16. I.		13. I.	13. I.		16. 1.	16. I.		2. IV.	2. IV.		16. I.	16. I.		16. I.	16. I.		7,62	0,30	
Blindwert (Anfangswert)		0			2,75			0			0,00			5,31			0,00			0,00											
42 S-Ufer (3), Schlammwasser	0,2 ccm	16400	6005	1 ccm	30,7	4,85	0,2 ccm	0	130	1 ccm	0,0042	0,0033	1 ccm	0,48	0,31	1 ccm	0,00	0,00	1 ccm	2,21	0,00	1 ccm	0,00	0,17	0,0028	0,011	42				
43 " (2), Rivularia, Schlw.	0,1 ccm	5635	141040	1 ccm	40,1	2,81	0,1 ccm	400	~ 500	1 ccm	0,0053	0,0086	1 ccm	0,43	0,79	1 ccm	0,00	0,00	1 ccm	0,00	3,76	1 ccm	0,99	?	0,020	0,022	43				
44 O-Ufer, Schlammwasser	0,2 ccm	2575	—	1 ccm	82,5	—	0,2 ccm	200	—	1 ccm	0,0033	—	1 ccm	0,00	—	1 ccm	0,00	0,00	1 ccm	0,00	—	1 ccm	3,56	—	0,25	—	44				

* Parallel Serie aerob rein negativ.

Tabelle 10. Probenentnahme am 21. II. 1928

Analyse	I. Nährgelatine			II. Harnstoffbakt.			III. Harnstoffgelatine			IV. Nitrifiz. Bakt. a. $\text{NH}_3 \rightarrow \text{N}_2\text{O}_3$			V. Nitrifiz. Bakt. b. $\text{N}_2\text{O}_3 - \text{N}_2\text{O}_5$			VI. Denitrifiz. Bakt. (VAN ITERSON)			VII. Desulfur. Bakt. (anaerob)			VIII. Thiosulfat-Bakterien						
	Keimzahl/1 ccm			NH_3 -Bildg. mg/10 (11) ccm			Keimzahl/1 ccm			N_2O_3 -Bildg. mg/10 (11) ccm			N_2O_3 -Verb. mg/10 (11) ccm			N_2O_3 -Bildg. mg/10 (11) ccm			H_2S -Bildg./ca. 10 ccm			$\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ -Verbr. mg/10(11) ccm			N_2O_5 -Bildg. mg/10 (11) ccm			
	Impfg.	T	K	Impf.g	T	K	Impfg.	T	K	Impfg.	T	K***	Impfg.	T	K	Impfg.	T	K	Impfg.	T	K	Impfg.	T	K	Impfg.	T	K	
Datum der Analyse		27. II.	27. II.		16. III.	16. III.		27. II.	27. II.		0,0030		6,2		0,0035		0,00		0,00		0,00		0,00		16,40	0,21		
Blindwert (Anfangswert)		0			4,6			0																				
50 Seemitte (1), Schlamm, 5,5 ccm	2 ccm	77000	150000	2 cmm	— 2,1	— 0,8	2 cmm	?	12500	2 cmm	0,0005	— 0,0016	2 cmm	0,0	0,3	2 cmm	— 0,0010	— 0,0008	2 cmm	0,00	0,00	2 cmm	0,00	0,82	0,0001	— 0,0004	50	
49 " " 3,5 "	2 ccm	175000	306000	2 cmm	2,0	2,2	2 cmm	?	500	2 cmm	— 0,0011	— 0,0016	2 cmm	1,6	0,0	2 cmm	— 0,0005	0,0006	2 cmm	0,00	0,00	2 cmm	0,32	0,74	0,0001	— 0,0006	49	
48 " " 2,5 "	2 ccm	105000	236500	2 cmm	— 2,8	— 0,5	2 cmm	?	19000	2 cmm	— 0,0009	0,0004	2 cmm	0,9	0,9	2 cmm	0,0059	0,0007	2 cmm	0,00	0,00	2 cmm	0,64	0,72	— 0,0004	— 0,0006	48	
47 " " 1,5 "	2 ccm	51000	156000	2 cmm	— 2,6	1,0	2 cmm	?	26000	2 cmm	0,0004	— 0,0003	2 cmm	0,7	0,0	2 cmm	0,0017	— 0,0011	2 cmm	0,00	0,00	2 cmm	0,00	1,02	0,0013	— 0,0008	47	
46 " " 1,0 "	2 ccm	50000	195000	2 cmm	— 2,0	1,1	2 cmm	?	35000	2 cmm	— 0,0002	0,0001	2 cmm	3,8	0,3	2 cmm	0,0105	— 0,0002	2 cmm	0,00	0,00	2 cmm	3,66	0,78	0,003	0,0001	46	
45 " " 0,5 "	2 ccm	121200	243800	2 cmm	38,4	0,4	2 cmm	?	30000	2 cmm	0,0008	— 0,0010	2 cmm	1,1	0,1	2 cmm	0,0175	— 0,0019	2 cmm	0,00	0,00	2 cmm	0,86	5,66	— 0,0004	0,025	45	
59 " " 0,0 "	0,2 ccm	—	259500	2 cmm	1,45	—	0,2 ccm	—	30500	1 ccm	0,017	—	1 ccm	8,1	—	1 ccm	0,0052	—	1 ccm	0,00	0,00	1 ccm	4,06	—	0,0012	—	59	
55 " Wasser, 33 m	0,2 ccm	?	1525	1 ccm	46,0	— 0,75	0,2 ccm	?	40	1 ccm	0,021	— 0,0001	1 ccm	0,1	6,1	1 ccm	0,0046	0,103	1 ccm	0,00	0,00	1 ccm	3,81	3,81	0,013	— 0,0012	55	
56 " " 15 "	0,2 ccm	750	680	1 ccm	17,4	26,2	0,2 ccm	?	—	1 ccm	0,272	— 0,0004	1 ccm	0,0	0,0	1 ccm	—	0,49	1 ccm	0,00	0,00	1 ccm	8,72	8,72	0,00032	— 0,00089	56	
57 " " 1 "	0,2 ccm	665	1100	1 ccm	—	18,6	0,2 ccm	?	55	1 ccm	— 0,0003	0,0003	1 ccm	0,0	6,1	1 ccm	0,0060	0,0075	1 ccm	0,00	0,00	1 ccm	4,96	1,19	0,0001	— 0,00089	57	
58 " " 0,1 m	0,2 ccm	850	585	1 ccm	51,5	5,52	0,2 ccm	?	100	1 ccm	0,025	— 0,0028	1 ccm	0,0	4,8	1 ccm	— 0,00086	0,015	1 ccm	0,00	0,00	1 ccm	5,61	0,77	0,00032	0,0041	58	
51 S-Ufer (3), Schlamm	4 cmm	14000	51300	1 ccm	171,4	99,9	4 cmm	?	6250	1 ccm	0,481	— 0,0001	1 ccm	6,1	0,4	1 ccm	0,0022	0,14	1 ccm	0,00	0,80	1 ccm	15,03					

Tabelle 11a

Tabelle 11. Probenentnahme am 11. IV. 1928

Analyse	I. Nährgelatine			II. Harnstoffbakt.			III. Harnstoffgelatine			IV. Nitrifiz. Bakt. a. $\text{NH}_3 \rightarrow \text{N}_2\text{O}_3$			V. Nitrifiz. Bakt. b. $\text{N}_2\text{O}_3 \rightarrow \text{N}_2\text{O}_5$			VI. Denitrifiz. Bakt. (VAN ITERSON)			VIII. Thiosulfat-Bakterien									
	Keimzahl/1 Öse 2 cmm			NH ₃ -Bildg. mg/10(11)ccm			Keimzahl/1 cmm			N_2O_3 -Bildg. mg/10 (11) ccm			N_2O_3 -Verbr. mg/10 (11) ccm			N_2O_3 -Bildg. mg/10 (11) ccm			H_2S -Bildg. mg/ca. 10 ccm		Na ₂ S ₂ O ₃ -Verbr. mg 10 (11) ccm		N_2O_5 -Bildg. mg 10 (11) ccm					
	Impfg.	T	K	Impfg.	T	K	Impfg.	T	K	Impfg.	T	K	Impfg.	T	K	Impfg.	T	K	Impfg.	T	K	Impfg.	T	K				
Datum der Analyse		15. IV.	20. IV.		3. V.	5. V.		8. V.	8. V.		8. V.	8. V.		7. V.	7. V.		12. V.	12. V.		7. VII.	7. VIII.		8. V.	8. V.		15.22	0,00	
Blindwert (Anfangswert)		0			5,0			0			0,0021				0,78			0,014										
60	Seemitte (1), Schlamm, 8,0 cm	2 cmm	50 000	320 000	2 cmm	3,6	-1,5	2 cmm	20 000	30 000	2 cmm	0,20	0,00	2 cmm	0,17	0,00	2 cmm	0,34	0,16	2 cmm	0,00	0,00	2 cmm	7,4	18,6	0,0031	0,0018	60
61	" " 6,4 "	2 cmm	45 000	400 000	2 cmm	3,5	-1,4	2 cmm	19 000	23 000	2 cmm	0,0010	0,00	2 cmm	0,26	0,00	2 cmm	0,29	0,35	2 cmm	0,00	0,00	2 cmm	0,0	3,4	0,0021	0,0067	61
63	" " 4,0 "	2 cmm	80 000	215 000	2 cmm	-1,1	-1,4	2 cmm	?	13 500	2 cmm	0,0011	0,00	2 cmm	0,25	0,00	2 cmm	0,017	0,027	2 cmm	0,00	0,00	2 cmm	2,6	0,0	0,0035	0,00019	63
64	" " 1,6 "	2 cmm	16 500	45 500	2 cmm	-3,6	-1,7	2 cmm	2 500	500	2 cmm	-0,0002	0,00	2 cmm	0,22	0,00	2 cmm	0,067	0,506	2 cmm	0,00	0,00	2 cmm	0,0	0,0	0,0036	0,0017	64
62	" " 0,4 "	—	—	—	2 cmm	3,1	-3,4	—	—	—	2 cmm	0,0024	0,00	2 cmm	0,17	0,00	2 cmm	-0,0087	-0,0043	2 cmm	0,00	0,00	2 cmm	1,6	0,6	0,0039	0,0013	62
65	" " 0,0 "	—	—	—	2 cmm	2,8	1,5	—	—	—	2 cmm	0,00029	0,00	2 cmm	0,17	0,00	2 cmm	0,50	0,0069	2 cmm	0,00	0,00	2 cmm	0,0	0,0	0,0028	0,0017	65
66	" Wasser, 33 m	0,1 ccm	140	80	1 ccm	-1,8	-0,1	0,1 ccm	?	0	1 ccm	0,0018	0,00	1 ccm	0,15	0,00	1 ccm	0,22	0,56	1 ccm	0,00	0,00	1 ccm	15,44	0,0	2,2	0,043	66
67	" 15 "	0,1 ccm	140	90	1 ccm	5,0	0,4	0,1 ccm	0	0	1 ccm	0,75	0,00	1 ccm	0,22	0,00	1 ccm	0,0036	0,87	1 ccm	0,00	0,00	1 ccm	1,14	4,11	0,0062	0,0079	67
68	" 1 "	0,1 ccm	10	0	1 ccm	5,0	-0,8	0,1 ccm	0	0	1 ccm	0,0030	0,00	1 ccm	0,17	0,00	1 ccm	0,18	0,051	1 ccm	0,00	0,00	1 ccm	14,23	0,60	0,90	0,020	68
69	" 0 "	0,1 ccm	50	50	1 ccm	3,0	-0,6	0,1 ccm	0	0	1 ccm	0,0001	0,00	1 ccm	0,19	0,00	1 ccm	0,029	1,31	1 ccm	0,00	0,00	1 ccm	7,81	15,22	0,0084	0,13	69
72	S-Ufer (2), <i>Rivularia</i> , Schlw.	—	—	—	1 ccm	-0,2	3,3	—	—	—	1 ccm	0,00021	0,00	1 ccm	0,00	0,00	1 ccm	0,31	0,51	1 ccm	0,00	0,00	1 ccm	14,80	3,15	0,97	0,020	72
71	" <i>Tolypothrix</i> , "	—	—	—	1 ccm	5,9	-0,3	—	—	—	1 ccm	0,0027	0,00	1 ccm	0,49	0,00	1 ccm	0,007	0,72	1 ccm	0,00	0,00	1 ccm	1,30	—	0,054	—	71
70	" Wasser, 0,2 m	0,1 ccm	—	90	1 ccm	3,0	—	—	—	—	1 ccm	0,00076	—	1 ccm	0,24	—	1 ccm	0,15	—	1 ccm	0,00	0,00	1 ccm	1,30	—	0,054	—	70
73	" (3), Schlammwasser	—	—	—	1 ccm	3,8	-3,2	—	—	—	1 ccm	—	0,00	1 ccm	0,00	0,00	1 ccm	1,05	0,60	1 ccm	0,00	0,00	1 ccm	12,75	15,01	0,62	0,043	73
74	O-Ufer (4), "	—	—	—	1 ccm	-1,4	-3,6	—	—	—	1 ccm	0,00087	0,00	1 ccm	0,03	0,00	1 ccm	0,55	1,03	1 ccm	0,00	0,00	1 ccm	7,33	15,22	0,0037	0,042	74
74a	" " 2. Probe	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	74a	

Zu Tabelle 11. Situationsbild aus der beginnenden Sommerstagnation. In der Seemitte ist die Keimverteilung in den verschiedenen Schlammschichten wieder recht einheitlich und wie gewohnt hoch. In gewissen Zonen dieser Schlammproben findet sich übereinstimmend auffallend hohe Tätigkeit mancher Formen (0,8, 0,6 cm). Der Harnstoffumsatz ist verglichen mit den hohen Keimzahlen recht gering. Hier könnte durch die Tätigkeit während des Winters das natürliche Substrat bereits erschöpft und dadurch auch die Aktivität dieser Bakteriengruppe stark herabgesetzt sein. Im Wasser liegen die Zahlenverhältnisse umgekehrt: die Nitrifikation relativ gering, die Denitrifikation entsprechend hoch. Sulfatreduktion

DÜGGELI (7) und amerikanische Autoren, z. B. (9), HEYDEN-AGAR als optimaler Nährboden für Bestimmung der Keimzahl der omnivoren Wasserbakterien angegeben worden war, wurde in dieser Serie neben Nährgelatine auch HEYDEN-Agar geprüft. Wie ein Vergleich von Tabelle 11a mit Tabelle 11(I) ergibt, gingen auf unserer Nährgelatine durchwegs weitaus mehr Bakterien an, so daß der Vorzug der Gelatine für unseren Fall durchaus erwiesen erscheint.

XII. Heyden-Agar	Keimzahl/1 ccm					
	Impfg.	T	K	Impfg.	T	K
60	—	18 000	5 000	—	—	—
61	—	50 000	27 000	—	—	—
63	—	4 000	1 000	—	—	—
64	—	2 000	1 000	—	—	—
65	—	—	1 000	—	—	—
66	—	—	30	—	—	—
67	—	—	10	—	—	—
68	—	—	0	—	—	—
69	—	—	10	—	—	—
70	—	—	—	—	—	—
73	—	—	—	—	—	—
74	—	—	—	—	—	—
75	—	—	—	—	—	—

Tabelle 12. Probenentnahme am 6. VIII. 1928

Analyse	I. Nährgelatine			II. Harnstoffbakt.			III. Harnstoffgelatine			IV. Nitrifiz. Bakt. a. $\text{NH}_3 \rightarrow \text{N}_2\text{O}_3$			V. Nitrifiz. Bakt. b. $\text{N}_2\text{O}_3 \rightarrow \text{N}_2\text{O}_5$			VI. Denitrifiz. Bakt. (van Iterson)			VII. Desulfur. Bakt. (anaerob)			VIII. Thiosulfat-Bakterien								
	Keimzahl/1 ccm			NH_3 -Bildg. mg./10 (11) ccm			Keimzahl/1 ccm			N_2O_3 -Bildg. mg/10 (11) ccm			N_2O_3 -Verbr. mg/10 (11) ccm			N_2O_5 -Bildg. mg/10 (11) ccm			H_2S -Bildg. mg/ca. 10 ccm			$\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ -Verbr. mg/10 (11) ccm			N_2O_3 -Bildg. mg/10 (11) ccm					
		Impfg.	T	K	Impfg.	T	K	Impfg.	T	K	Impfg.	T	K	Impfg.	T	K	Impfg.	T	K	Impfg.	T	K	Impfg.	T	K	Impfg.	T	K		
	Datum der Analyse		11. VIII.	14. VIII.		4. IX.	4. IX.		23. VIII.	26. VIII.		5. X.	5. X.		18. XII.	23. II.		29. IX.	1. X.		20. III.	21. III.		3. X.	4. X.		3. X.	4. X.		
Blindwert (Anfangswert)			0			1,44			0			0,0026			0,63			0,0065			0,00			9,00			0,02			
81	Seemitte (1), Schlamm, 17,6 cm	2 cmm	16000	48500	2 cmm	— 0,39	0,25	2 cmm	31500	0	2 cmm	0,005	— 0,0001	2 cmm	0,17	0,00	2 cmm	0,0025	0,00	2 cmm	0,00	3,40	2 cmm	1,30	1,46	— 0,017	0,02	81		
80	„ „ 15,6 „	2 cmm	35500	100000	2 cmm	8,56	—	2 cmm	15000	500	2 cmm	0,00	—	2 cmm	0,11	—	2 cmm	0,99	—	2 cmm	0,00	0,00	—	—	—	—	—	—	80	
90	„ „ 13,6 „	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2 cmm	0,00	0,00	—	—	—	—	—	—	90	
79	„ „ 11,6 „	2 cmm	78000	100000	2 cmm	4,62	0,52	2 cmm	20500	13000	2 cmm	0,00	— 0,0004	2 cmm	0,00	0,00	2 cmm	0,02	— 0,0001	2 cmm	0,00	0,00	2 cmm	1,9	1,40	— 0,016	0,02	79		
78	„ „ 6,4 „	2 cmm	> 40500	117500	2 cmm	— 0,35	5,11	2 cmm	~ 15000	35000	2 cmm	— 0,001	— 0,0004	2 cmm	0,03	0,00	2 cmm	1,17	0,057	2 cmm	0,00	0,00	2 cmm	0,3	1,84	— 0,018	0,019	78		
88	„ „ 4,0 „	2 cmm	—	105000	2 cmm	1,64	5,70	2 cmm	74000	4500	2 cmm	0,0002	— 0,0008	2 cmm	0,38	0,00	2 cmm	1,08	0,077	2 cmm	0,00	0,00	2 cmm	0,8	1,02	— 0,015	0,05	88		
77	„ „ 2,0 „	2 cmm	~ 63000	56000	2 cmm	0,17	0,81	2 cmm	> 4000	19500	2 cmm	0,0019	— 0,0009	2 cmm	0,095	0,00	2 cmm	0,25	0,0019	2 cmm	0,00	0,00	2 cmm	0,4	1,4	— 0,018	0,01	77		
76	„ „ 0,4 „	2 cmm	> 92000	116500	2 cmm	2,91	5,33	2 cmm	85000	6500	2 cmm	0,0028	— 0,0006	2 cmm	0,031	0,00	2 cmm	0,65	— 0,0037	2 cmm	3,18	0,00	2 cmm	0,2	1,4	— 0,018	0,01	76		
75	„ „ 0,0 „	2 cmm	> 52000	101000	2 cmm	29,33	2,60	2 cmm	39000	17500	2 cmm	2,47	— 0,0005	2 cmm	0,008	0,00	2 cmm	0,0002	0,0023	2 cmm	0,00	0,00	2 cmm	0,8	2,84	— 0,012	0,01	75		
82	„ Wasser, 33 m	0,1 ccm	?	> 620	1 ccm	— 0,26	1,03	0,1 ccm	0	0	1 ccm	0,044	— 0,0002	1 ccm	0,08	0,00	1 ccm	0,024	0,23	1 ccm	0,00	—	1 ccm	0,4	6,23	0,11	0,002	82		
83	„ „ 25 „	0,1 ccm	110	90	1 ccm	— 0,09	0,46	0,1 ccm	~ 50	0	1 ccm	0,00	— 0,0008	1 ccm	0,008	0,00	1 ccm	0,0003	0,022	1 ccm	0,00	—	1 ccm	1,00	0,2	— 0,016	0,00	83		
84	„ „ 15 „	0,1 ccm	> 500	> 50	1 ccm	— 0,22	0,36	0,1 ccm	~ 870	0?	1 ccm	0,00	— 0,0003	1 ccm	0,00	0,00	1 ccm	0,0027	0,0033	1 ccm	0,00	0,00	1 ccm	0,6	4,79	— 0,018	0,01	84		
85	„ „ 5 „	0,1 ccm	> 100	> 120	1 ccm	— 0,16	0,28	0,1 ccm	0	0	1 ccm	2,27	—	1 ccm	0,068	—	1 ccm	0,89	0,041	1 ccm	3,20	0,00	1 ccm	8,6	5,70	0,31	0,022	85		
86	„ „ 1 „	0,1 ccm	∞	> 100	1 ccm	— 0,60	0,76	0,1 ccm	~ 620	0	1 ccm	0,87	— 0,0005	1 ccm	0,055	0,00	1 ccm	0,89	0,37	1 ccm	0,00	0,00	1 ccm	3,7	5,48	— 0,012	0,05	86		
87	„ „ 0,1 m	0,1 ccm	∞	> 120	1 ccm	0,04	0,74	0,1 ccm	0	0	1 ccm	0,00	0,93	1 ccm	0,023	0,00	1 ccm	0,0050	0,018	1 ccm	0,00	0,00	1 ccm	3,3	9,00	— 0,018	2,80	87		
89	Seebach (10), Wasser, 0,1 m	0,1 ccm	> 660	∞	1 ccm	54,22	18,56	0,1 ccm	0?	~ 20	1 ccm	0,0004	— 0,0007	1 ccm	0,09	0,17	1 ccm	0,0027	0,38	1 ccm	0,00	3,24	1 ccm	0,4	9,00	0,24	0,44	89		

Zu Tabelle 12. Von August 1928 liegen drei umfassende Analysenserien vor. Die Proben sind vor allem dadurch verschieden, daß sie unter verschiedenen meteorologischen Situationen entnommen wurden. Vor der ersten Entnahme (6. VIII.) waren zwei stürmische Tage mit sehr starken Regengüssen (Pegel des Sees um 26 cm, des Einrinsns um 32 cm gestiegen!). Vor der Entnahme der zweiten Probe hatte schönes, stilles Wetter geherrscht, ebenso vor der dritten. Für den Stand vom 6. August ist folgendes hervorzuheben: Die Zahl der Keime im freien Wasser ist relativ hoch, der Zufluß führt eine hohe Zahl von Bakterien. Der Harnstoffumsatz ist in der obersten Schlammschicht hoch, im Wasser wieder minimal. Nitrifikation und Denitrifikation sind stellenweise erheblich. In zwei Proben wurde starke Desulfurierung, allgemein starker Thiosulfatverbrauch gefunden. Durchgehends hohe Bakterientätigkeit zeigt der stark angeschwollene Seebach. Im Tiefenschlamm herrschen die kälteangepaßten I.

Tabelle 13. Probenentnahme am 18. VIII. 1928

Analyse	I. Nährgelatine			II. Harnstoffbakt.			III. Harnstoffgelatine			IV. Nitrifiz. Bakt. a. $\text{NH}_3 \rightarrow \text{N}_2\text{O}_3$			V. Nitrifiz. Bakt. b. $\text{N}_2\text{O}_3 \rightarrow \text{N}_2\text{O}_5$			VI. Denitrifiz. Bakt. (VAN TERSON)			VII. Desulfur. Bakt. (anaerob)			VIII. Thiosulfat-Bakterien											
	Keimzahl/1 ccm			NH ₃ -Bildg. mg/10(11)ccm			Keimzahl/1 ccm			N ₂ O ₃ -Bildg. mg/10 (11) ccm			N ₂ O ₃ -Verbr. mg/10 (11) ccm			N ₂ O ₅ -Bildg. mg/10 (11) ccm			H ₂ S-Bildg./ca. 10 ccm			Na ₂ S ₂ O ₃ -Verbr. mg/10 (11) ccm			N ₂ O ₅ -Bildg. mg/10 (11) ccm								
		Impfg.	T	K		Impfg.	T	K		Impfg.	T	K		Impfg.	T	K		Impfg.	T	K		Impfg.	T	K		Impfg.	T	K					
	Datum der Analyse				26. VIII.	29. VIII.				15. IX.	15. IX.			18. II.	23. II.			1. XI.	2. XI.			20. III.	20. III.			2. XI.	2. XI.						
	Blindwert (Anfangswert)				0		1,60			0				0,0017				0,633				0,0065				0,00				8,86			0,0026
98	N-Ufer (14), Schlamm, 22,8 cm	2 cmm	> 1500	10000	2 cmm	— 0,32	0,95	2 cmm	3000	9500	2 cmm	0,0064	0,0017	2 cmm	0,00	0,00	2 cmm	0,056	0,0034	2 cmm	0,00	0,00	2 cmm	1,12	0,8	0,0004	0,00	8					
97	„ „ 16,4 „	2 cmm	18000	20000	2 cmm	— 0,62	0,66	2 cmm	2000	2500	2 cmm	0,0031	0,00	2 cmm	0,00	0,00	2 cmm	0,622	0,004	2 cmm	0,00	0,00	2 cmm	1,42	0,16	0,0017	0,00	7					
96	„ „ 8,8 „	2 cmm	> 51500	50500	2 cmm	— 0,14	1,01	2 cmm	12000	10000	2 cmm	0,0084	0,00019	2 cmm	0,00	0,00	2 cmm	0,53	— 0,0024	2 cmm	0,00	0,00	2 cmm	1,12	1,90	0,0007	0,00	9					
94	„ „ 4,8 „	2 cmm	> 137500	47000	2 cmm	— 0,62	—	2 cmm	9500	9000	2 cmm	0,0061	—	2 cmm	0,012	—	2 cmm	0,013	—	2 cmm	0,00	0,00	2 cmm	1,60	—	— 0,00010	—	3					
93	„ „ 2,8 „	2 cmm	428000	52500	2 cmm	— 0,66	0,56	2 cmm	8000	12500	2 cmm	0,012	0,0086	2 cmm	0,00	0,00	2 cmm	0,27	— 0,0037	2 cmm	0,00	0,00	2 cmm	2,06	1,74	— 0,00007	0,00	3					
95	„ „ 1,4 „	2 cmm	> 296000	67500	2 cmm	— 0,30	0,66	2 cmm	11000	14500	2 cmm	— 0,0005	0,01	2 cmm	0,008	0,00	2 cmm	0,032	0,019	2 cmm	0,00	0,00	2 cmm	8,86	8,08	0,0145	0,47	5					
92	„ „ 0,8 „	2 cmm	> 31500	33000	2 cmm	18,07	0,38	2 cmm	13000	10000	2 cmm	0,0072	1,25	2 cmm	0,00	0,00	2 cmm	0,615	0,12	2 cmm	0,00	0,00	2 cmm	8,86	8,08	1,26	0,74	2					
91	„ „ 0,0 „	2 cmm	54500	259500	2 cmm	— 0,31	3,85	2 cmm	2500	12500	2 cmm	0,0043	0,0006	2 cmm	0,00	0,00	2 cmm	0,031	0,10	2 cmm	0,00	0,00	2 cmm	8,70	1,42	0,28	0,047	11					
99	Seemitte (11), Wasser 1 m	0,1 ccm	340	860	1 ccm	— 0,15	0,70	0,1 ccm	50	100	1 ccm	0,0053	0,00077	1 ccm	0,00	0,00	1 ccm	0,044	0,0016	1 ccm	0,00	0,00	1 ccm	3,83	1,21	— 0,0025	0,022	9					
100	N-Ufer (12), .. 1 „	0,1 ccm	390	510	1 ccm	— 0,58	0,80	0,1 ccm	30	0	1 ccm	0,011	0,001	1 ccm	0,00	0,00	1 ccm	0,010	0,0034	1 ccm	0,00	0,00	1 ccm	3,48	6,60	0,012	0,048	10					
101	O-Ufer (4), .. 0,5 m	0,1 ccm	400	—	1 ccm	— 0,22	—	0,1 ccm	20	—	1 ccm	0,105	—	1 ccm	0,00	—	1 ccm	0,013	—	1 ccm	0,00	—	1 ccm	8,86	—	0,92	—	10					
102	Seebach (10), .. 0,1 „	0,1 ccm	2360	—	1 ccm	— 0,71	—	0,1 ccm	100	—	1 ccm	— 0,0015	—	1 ccm	0,00	—	1 ccm	0,020	0,0051	1 ccm	0,00	—	1 ccm	6,27	—	0,0106	—	10					
103	Kanal (13), .. 0,1 „	0,1 ccm	770	1710	1 ccm	2,95	—	0,1 ccm	100	130	1 ccm	2,40	—	1 ccm	0,00	0,00	1 ccm	0,039	—	1 ccm	0,00	—	1 ccm	6,42	—	0,019	—	10					

Zu Tabelle 13. Die Keimzahl ist im freien Wasser der beiden Zuflüsse hoch, die Harnstoffumsetzung hoch wieder in den obersten Schwebeschichten und im Kanal. Nitrifikation und Denitrifikation relativ gering. In den obersten Schlammschichten und überall im Wasser lässt sich hoher Thiosulfatverbrauch beobachten.

Tabelle 14. Probennahme am 27. VIII. 1928

Analyse	I. Nährgelatine			II. Harnstoffbakt.			III. Harnstoffgelatine			IV. Nitrifiz. Bakt. a. $\text{NH}_3 \rightarrow \text{N}_2\text{O}_3$			V. Nitrifiz. Bakt. b. $\text{N}_2\text{O}_3 \rightarrow \text{N}_2\text{O}_5$			VI. Denitrifiz. Bakt. (VAN ITERSON)			VII. Desulfur. Bakt. (anaerob)			VIII. Thiosulfat-Bakterien							
	Keimzahl/1 ccm			NH ₃ -Bildg. mg/10 (11) ccm			Keimzahl/1 ccm			N ₂ O ₃ -Bildg. mg/10 (11) ccm			N ₂ O ₅ -Verbr. mg/10 (11) ccm			N ₂ O ₃ -Bildg. mg/10 (11) ccm			H ₂ S-Bildg. m'ca. 10 ccm			Na ₂ S ₂ O ₃ -Verbr. mg/10 (11) ccm		N ₂ O ₅ -Bildg. mg/10 (11) ccm					
		Impfg.	T	K	Impfg.	T	K	Impfg.	T	K	Impfg.	T	K	Impfg.	T	K	Impfg.	T	K	Impfg.	T	K	Impfg.	T	K	Impfg.	T	K	
Datum der Analyse			10. IX.	10. IX.		28. IX.	28. IX.		17. IX.	17. IX.		26. XI.	1. XII.		23. II.	23. II.		17. XI.	25. XI.		20. III.	20. III.		12. XII.	12. XII.		8. XII.	10. XII.	
Blindwert (Anfangswert)			0			2,88			0			0,0022				2,44			0,0022			0,00			8,39			0,00	
118	S-Ufer (3), Schl., 9,8—10,0 cm	2 cmm	∞	275000	2 cmm	0,81	— 1,55	2 cmm	4000	16500	2 cmm	0,029	0,00086	2 cmm	0,00	0,12	2 cmm	0,011	0,0046	2 cmm	0,00	0,00	2 cmm	0,005	0,00	0,00073	0,00059	118	
117	„ „ 7,0—7,5 „	2 cmm	300000	225000	2 cmm	0,41	— 1,39	2 cmm	30000	13000	2 cmm	0,015	0,00	2 cmm	0,12	0,59	2 cmm	0,0066	0,012	2 cmm	0,00	0,00	2 cmm	0,00	0,00	0,00072	0,00059	117	
116	„ „ 5,0—5,5 „	2 cmm	54000	80000	2 cmm	0,60	— 0,90	2 cmm	13500	26000	2 cmm	0,015	0,00004	2 cmm	0,00	0,58	2 cmm	0,71	0,016	2 cmm	0,00	0,00	2 cmm	0,00	0,00	0,00096	0,00067	116	
115	„ „ 3,0—3,5 „	2 cmm	22000	87000	2 cmm	1,04	— 0,91	4 cmm	—	13000	2 cmm	0,023	0,00086	2 cmm	0,96	0,08	2 cmm	0,050	0,0057	2 cmm	0,00	0,00	2 cmm	0,00	0,00	0,00077	0,00076	115	
114	„ „ 0,5—1,0 „	2 cmm	< 50000	72000	2 cmm	— 1,75	— 0,40	2 cmm	10000	60000	2 cmm	2,25	— 0,00031	2 cmm	0,12	0,41	2 cmm	0,0094	0,21	2 cmm	0,00	0,00	2 cmm	8,39	8,39	0,0078	0,35	114	
111	„ Wasser, 0,2 m	0,1 ccm	> 290	4000	1 ccm	0,04	— 0,62	0,1 ccm	140	1440	1 ccm	0,029	— 0,0004	1 ccm	0,00	0,46	1 ccm	0,55	0,56	1 ccm	0,00	0,00	1 ccm	8,39	8,39	0,25	0,0011	111	
105	S-Ufer (2), <i>Schizothrix</i> , Schlw.	0,1 ccm	1400	2700	1 ccm	— 0,83	0,28	0,1 ccm	80	80	1 ccm	0,019	0,44	1 ccm	2,46	0,00	1 ccm	0,034	0,014	1 ccm	0,00	0,00	1 ccm	8,30	2,20	0,0015	0,047	105	
104	„ <i>Rivularia</i> „	0,1 ccm	300	510	1 ccm	— 1,36	— 0,41	0,1 ccm	10	~ 200	1 ccm	0,030	0,0013	1 ccm	1,48	0,17	1 ccm	1,52	1,04	1 ccm	0,00	0,00	1 ccm	8,30	1,68	0,014	0,49	104	
110	„ Wasser, 0,1 m	0,1 ccm	> 150	820	1 ccm	0,95	— 0,53	0,1 ccm	0	20	1 ccm	0,016	0,00041	1 ccm	0,06	0,58	1 ccm	1,33	0,18	1 ccm	0,00	0,00	1 ccm	2,87	1,18	0,0007	0,0015	110	
106	O-Ufer (15), <i>Zygnemales</i> , Schlw.	0,1 ccm	∞	1 ccm	65,12	44,02	0,1 ccm	500	780	1 ccm	2,39	0,97	1 ccm	2,27	1,98	1 ccm	— 0,00076*	— 0,00008*	1 ccm	0,00	0,00	1 ccm	8,30	8,30	0,0025	0,0055	106		
107	„ Quellaustritt „	0,1 ccm	∞	1750	1 ccm	37,62	32,42	0,1 ccm	600	410	1 ccm	1,13	0,42	1 ccm	0,28	0,00	1 ccm	0,0026	0,0015	1 ccm	0,00	0,00	1 ccm	8,30	8,30	0,0011	0,0081	112	
112	„ Wasser, 0,1 m	0,1 ccm	150	160	1 ccm	0,57	— 0,28	0,1 ccm	0	0	1 ccm	0,014	0,00045	1 ccm	0,00	0,63	1 ccm	0,026*	0,57	1 ccm	0,00	0,00	1 ccm	8,30	8,30	0,0011	0,0063	108	
108	O-Ufer (4), „braune Stelle“, Schl.	0,1 ccm	> 400	> 400	1 ccm	1,86	1,87	0,1 ccm	50	> 420	1 ccm	0,039	0,00043	1 ccm	0,00	0,00	1 ccm	0,0055	0,0096	1 ccm	0,00	0,00	1 ccm	8,30	3,52	0,45	0,0047	109	
109	„ daneben, Schlw.	0,1 ccm	> 800	> 700	1 ccm	— 0,72	0,60	0,1 ccm	10	110	1 ccm	0,021	— 0,00019	1 ccm	0,00	0,67	1 ccm	0,50	0,67	1 ccm	0,00	0,00	1 ccm	8,10	3,77	0,614	0,0019	113	
113	„ Wasser, 0,1 m	0,1 ccm	250	~ 560	1 ccm	1,12	— 1,03	0,1 ccm	20	250	1 ccm	0,015	0,00026	1 ccm	0,00	0,84	1 ccm	0,024	0,20	1 ccm	0,00	0,00	1 ccm	3,99	1,98	0,021	0,0019	113	

* Gasblasenbildung (Reduktion bis zum freien N).

Zu Tabelle 14. An den Seeufern ergab sich folgende Situation: Allgemein ist die Zahl der omnivoren und der Harnstoffbakterien im Uferschlamm relativ hoch, viel geringer im unmittelbar über dem Schlamm stehenden Wasser (111, 105, 106, 107). Die Nitrifikation und Denitifikation ist stellenweise hoch. Desulfurierung wurde auch diesmal im Uferschlamm nirgends gefunden, dagegen in den obersten Schlammsschichten überall und einheitlich sehr hohe Sulfatbildung.

Tabelle 15. Probenentnahme am 31. XII. 1928

Analyse	I. Nährgelatine					
	Keimzahl/1 ccm					
	Impfg.	T	K			
Datum der Analyse	16. I.					
Blindwert	0					
135	Seemitte (1), Wasser, 32,5 m	0,1 ccm	1470	—		
136	" (1), " 20 "	0,1 ccm	310	—		
137	" (1), " 10 "	0,1 ccm	500	—		
138	" (1), " 5 "	0,1 ccm	1160	—		

Zu Tabelle 15. Tabelle 15 gibt nochmals die Keimzahl des Seewassers aus der Zeit der beginnenden Winterstagnation 1928. Die Keimzahl ist nach der vorausgegangenen Durchmischung relativ hoch im Vergleich zu den Werten der gleichen Jahreszeit des Vorjahres (Tab. 8).

Tabelle 16. Probenentnahme am 10. VIII. 1927 (N-Bindung)

Analyse	IX. Stickstoffbindende Bakterien			X. Stickstoffbindende Bakterien				
	a) Mannit			b) Dextrose				
	Total N mg/Total	Vol.	Impfg.	aerob	Total N mg/Total	Vol.	Impfg.	aerob
Datum der Analyse	20. IX.			20. IX.				
Blindwert mg N/10 ccm	0,0034			0,00				
8	Seemitte (1), Wasser, 32 m	250 ccm	200 ccm	3,68	250 ccm	200 ccm	8,40	
6	" (1), " 15 "	250 ccm	200 ccm	2,14	250 ccm	200 ccm	3,38	
5	" (1), " 0 "	250 ccm	200 ccm	2,08	250 ccm	200 ccm	8,78	

Zu Tabelle 16, 17 und 18 (Stickstoffbindung). Die Prüfung auf stickstoffbindende Bakterien ergab durchwegs positive, und zwar zum Großteil recht hohe Resultate. Die ersten Impfungen vom August ergaben im Wasser von der Oberfläche, von 15 und 32 m das Vorhandensein von N-bindenden Bakterien mit hoher N-Bindungsaktivität im Versuch. Die Proben vom Februar 1928 stammen von einem Tag, an dem der zugefrorene See durch Sturm und Hochwasser zur Hälfte eisfrei und total durchgemischt war. Die Stickstoffbindung war in allen Impfungen gering. Von der beginnenden Sommerstagnation zeigen alle Proben (Schwebschlamm, Uferschlamm und auch freies Wasser) hohe N-Bindungswerte.

Tabelle 17. Probenentnahme am 21. II. 1928 (N-Bindung)

Analyse	IX. Stickstoffbindende Bakterien			X. Stickstoffbindende Bakterien					
	a) Mannit			b) Dextrose					
	Total N-Gewinn mg/100 ccm	Vol. ccm	Impfg.	aer.	anaer.	Vol. ccm	Impfg.	aer.	anaer.
Datum der Analyse	10.—20. IX.			10.—20. IX.					
Blindwert mg N/10 ccm	0,055			0,5					
48	Seem. (1), Schlamm, 2,5 cm	100(200)	4 cmm	0,48	0,45	100(200)	4 cmm	0,26	1,10
45	" (1), " 0,5 "	100(200)	4 cmm	0,04	1,60	100(200)	4 cmm	3,24	1,70
51	S-Ufer (3), Schlammwasser	100(200)	4 cmm	1,20	0,75	100(200)	4 cmm	3,82	0,60
52	" (3), Wasser, 0,1 m	100	0,1 ccm	3,36	—	100	0,1 ccm	2,99	—
53	S-Ufer (2), Schlammwasser	100(200)	4 cmm	1,65	0,005	100(200)	4 cmm	1,35	2,10

Tabelle 18. Probenentnahme am 11. IV. 1928 (N-Bindung)

Analyse	IX. Stickstoffbindende Bakterien			X. Stickstoffbindende Bakterien				
	a) Mannit			b) Dextrose				
	Total N-Gewinn mg/50 ccm	Vol.	Impfg.	aerob	Total N-Gewinn mg/50 ccm	Vol.	Impfg.	aerob
Datum der Analyse	10.—20. IX.			10.—20. IX.				
Blindwert mg N/10 ccm	0,055			0,05				
60	Seemitte (1), Schlamm, 8,0 cm	50 ccm	4 cmm	10,55	50 ccm	4 cmm	22,85	
61	" " 6,4 "	50 ccm	4 cmm	0,00	50 ccm	4 cmm	21,45	
63	" " 4,0 "	50 ccm	4 cmm	0,17	50 ccm	4 cmm	19,10	
62a	" " 0,4 "	50 ccm	4 cmm	0,53	50 ccm	4 cmm	0,30	
b	" " 0,4 "	50 ccm	4 cmm	0,00	50 ccm	4 cmm	1,10	
c	" " 0,4 "	50 ccm	4 cmm	0,37	50 ccm	4 cmm	25,50	
66	Wasser, 33 m	50 ccm	1 cmm	1,43	50 ccm	1 cmm	14,65	
68	" " 1 "	50 ccm	1 cmm	3,81	50 ccm	1 cmm	9,90	
72	S-Ufer (2), Schlammwasser	50 ccm	1 cmm	3,72	50 ccm	1 cmm	25,50	
73	" (3) "	50 ccm	1 cmm	16,65	50 ccm	1 cmm	28,70	
74	O-Ufer (2)	50 ccm	1 cmm	31,45	50 ccm	1 cmm	22,20	

Tabelle 19. Vergleich aerob — anaerob am 29. VIII. 1928

Datum der Zählung	I. Nährgelatine : Keimzahl/2 cmm					
	a) aerob			b) anaerob		
	Impfg.	T	K	T	K	
	10. IX.	8. IX.	10. IX.	8. IX.		
134	Seemitte (1), Schlamm, 14,0 cm	2 cmm	40500	300000	9000	13000
132	" " 8,0 "	2 cmm	125000	6500	135000	40000
130	" " 3,6 "	2 cmm	117000	235000	17000	35000
128	" " 0,8 "	2 cmm	64000	245000	24500	40000
127	" " 0,0 "	2 cmm	350000	210000	6500	23500
126	S-Ufer (3), Schlamm, 8,5—9,0 cm	2 cmm	1500	2000	0	0
125	" " 7,0—7,5 "	2 cmm	1000	48500	0	0
124	" " 6,0—6,5 "	2 cmm	3000	75000	0	0
123	" " 5,0—5,5 "	2 cmm	25000	27500	15000	9500
122	" " 4,0—4,5 "	2 cmm	22000	180000	9500	12500
121	" " 3,0—3,5 "	2 cmm	27500	95000	3500	22500
120	" " 1,5—2,0 "	2 cmm	41500	55000	5000	13000
119	" " 0,5—1,0 "	2 cmm	30000	300000	9000	30000

Zu Tabelle 19. Zu den Augustproben des Jahres 1928 sollte vergleichsweise die Zahl der aerob und anaerob angehörenden Keime festgestellt werden. In den Schlammproben waren aerob und anaerob gedeihende Keime vorhanden. Die Zahl der aeroben Kolorien ist einheitlich größer (bis zum fünfachen) als die der anaeroben.

Nun war noch eine Frage zu lösen, die für den quantitativen Vergleich unserer Laboratoriumsversuche mit den Vorgängen in der Natur grundlegend war. Es mußte gezeigt werden, daß die von uns in der Kultur gemessenen Aktivitätswerte wenigstens in der Größenordnung mit möglichst unter natürlichen Verhältnissen (Temperatur, Licht usw.) erhaltenen übereinstimmen. Hiezu wurden aus dem Schwebeschlamm entnommene Proben in die entsprechenden sterilen Nährösungen in gut verstopfbar Flaschen eingeimpft und diese, mit Gewichten beschwert, an Drähten in 17 m Tiefe eingehängt. Nach zwei Wochen wurden die Flaschen vom Standort aufgeholt und wie die entsprechenden Laboratoriumsversuche aufgearbeitet.

Tabelle 20

Proben vom 23. VIII. 1927.		
Seemitte (1), Schlammwasser.		
Je 50 ccm Nährösung in Glasflaschen mit eingeriebenem Stopfen mit 5 ccm der Probe beimpft.		
In 17 m Seetiefe eingehängt.		
Analyse	II. Harnstoffbakterien NH ₃ -Bild. mg/10 ccm	
	14,40	
IV. Nitrifiz. Bakt. a) NH ₃ → N ₂ O ₃ N ₂ O ₃ -Bildg. mg/10 ccm	5. IX.	
	0,0036	
V. Nitrifiz. Bakt. b) N ₂ O ₃ → N ₂ O ₅ N ₂ O ₅ -Verbr. mg/10 ccm	5. IX.	
	1,7	
VI. Denitrifiz. Bakt. (GILTAX) N ₂ O ₅ -Bildg. mg/10 ccm	5 IX.	
VII. Desulfur. Bakt. aerob H ₂ S-Bildg. mg/10 ccm	5. IX.	
	0,00	
VIII. Thiosulfat-Bakt. Na ₂ S ₂ O ₃ -Verbr. mg/10 ccm	5. IX.	
	4,0	
	N ₂ O ₅ -Bildg. mg/10 ccm	0,034

Zu Tabelle 20. Ein Vergleich der Zahlen von Tabelle 20 mit denen in den gehörigen Rahmen von Tabelle 6 zeigt, daß die unter unseren Kulturbedingungen erhaltenen in der gleichen Größenordnung liegen, ja sogar überraschend gut übereinstimmen.

Über den Solaninnachweis in der Kartoffel mit Blutgelatine

Von

Robert Fischer (Innsbruck) und **Johannes Thiele** (Innsbruck)

(Ans dem pharmakognostischen Institut der Universität Innsbruck.
Vorstand Prof. Dr. Ludwig Kofler)

Im Zuge mikrohämolytischer Untersuchungen, die sich auf eine größere Anzahl saponinhaltiger Pflanzen erstreckte, wurde auch das Solanin in den Kreis der Beobachtungen einbezogen. Dieses wird zwar wegen seines stickstoffhaltigen Aglykons und seiner Basennatur von vielen Autoren unter die Alkalioide gezählt und als Glukoalkaloid bezeichnet. Seine physiologischen Eigenschaften, z. B. die starke Hämolysewirkung und die resorptionsfördernde Wirkung lassen vielleicht die Einordnung unter die Saponine berechtigt erscheinen. Zudem hat das Solanin deshalb größeres Interesse erweckt, da einige Autoren in ihm die Ursache bestimmter, durch Kartoffelgenuss verursachter Vergiftungserscheinungen sahen, eine Deutung, die von anderen Autoren bestritten wurde.

Gleich vorweg kann erwähnt werden, daß die bisher verwendeten mikrochemischen Solaninreaktionen weit weniger empfindlich sind als der mikrohämolytische Nachweis. Die chemischen Reaktionen werden in einem eigenen Kapitel abgehandelt. Der eine von uns (FISCHER)¹ hat bereits vorher die Überlegenheit der Blutgelatinemethodik zum Nachweis der Saponine gegenüber den chemischen Reaktionen dargetan. Speziell bei der Kartoffel erlaubt der qualitative Nachweis einen Rückschluß auf die Menge des vorhandenen Solanins zu ziehen.

Im folgenden sei die Methode der Blutgelatine, die von einem von uns (FISCHER)¹ ausgearbeitet wurde, kurz beschrieben: Gute Gelatine wird zu 8% in einer $\text{mol}/_{30}$ Phosphatpufferlösung mit einem Zusatz von 0,7% Kochsalz aufgelöst und die Lösung sterilisiert, nachdem die Wasserstoffionenkonzentration genau bestimmt war. Für unsere Untersuchungen wurden vier verschiedene Gelatinen hergestellt, und zwar mit einer Wasserstoffionenkonzentration von $p_{\text{H}} = 6,1$, $p_{\text{H}} = 7,4$, $p_{\text{H}} = 8,4$, $p_{\text{H}} = 10,0$. Zum Versuch wird die bei zirka 35 Grad verflüssigte Gelatine mit etwa 3% Rinderblut (defibriniert) versetzt, etwas abgekühlt, daß

sie gerade zu erstarren beginnt; sodann wird ein dünner Pflanzenschnitt auf den Objektträger gebracht, ein erbsengroßes Stück Blutgelatine daraufgelegt und mit einem Deckgläschen so auf den Schnitt gepreßt, daß er von allen Seiten gleichmäßig von der Blutgelatine umgeben ist. Die gewöhnlich schon nach wenigen Minuten eintretende Hämolyse ist durch einen, nur um die saponinhaltigen Zellen auftretenden durchsichtigen Hof gekennzeichnet, welcher sich sowohl mit freiem Auge als auch mit dem Mikroskop beobachten läßt. Der Grund, warum vier verschiedene Wasserstoffionenkonzentrationen verwendet wurden, liegt darin, einerseits das Wirkungsoptimum der Solaninhämolyse zu finden, andererseits das Verhalten bei verschiedener Wasserstoffionenkonzentration zu studieren.

Es übt nämlich die Wasserstoffionenkonzentration eine bedeutsame Wirkung auf die Stärke der Hämolyse aus. Da das Solanin in angesäuertem Wasser leicht löslich ist, im alkalischen dagegen sehr schwer löslich ($1 : 40000$), konnte man erwarten, daß in einer Gelatine von $p_H = 6,1$ die stärkste Hämolyse auftreten werde. Es zeigte sich aber, daß in der Kartoffel bei $p_H = 6,1$ und $p_H = 7,4$ meist keine Hämolyse eintrat, dagegen war bei $p_H = 8,4$ und noch mehr bei $p_H = 10,0$ eine starke Hämolyse bemerkbar. Über den Einfluß der Wasserstoffionenkonzentration auf die Solaninhämolyse hat in letzter Zeit der eine von uns auf Grund eigener Untersuchungen berichtet (FISCHER)².

Es wurde *in vitro* der hämolytische Index des Solanins bestimmt, und zwar bei verschiedener Wasserstoffionenkonzentration. Während bei $p_H = 5,6$ nur eine verschwindend kleine Hämolysewirkung (etwa $1 : 100$) feststellbar ist, wirkt das Solanin bei $p_H = 10,0$ noch in einer Verdünnung von $1 : 266000$ hämolytisch. Diese Ergebnisse decken sich völlig mit unseren Befunden an mikroskopischen Kartoffelschnitten. Sehr interessant ist das sprunghafte Ansteigen des hämolytischen Index um den Neutralpunkt: Bei $p_H = 5,6$ beträgt der Index 100, bei $p_H = 7,4$ aber bereits 42000. An dem starken und unvermittelten Ansteigen des hämolytischen Index von saurer zu alkalischer Reaktion kann man das Solanin von den eigentlichen Saponinen unterscheiden.

Auf Grund der hier erwähnten Eigenschaften des Solanins erscheint die Möglichkeit gegeben, eine Schnellbestimmung für Solanin auszuarbeiten. Wichtig dabei ist der erreichbare hohe Index, der es erlaubt, mit wenig Kartoffeln (etwa 10 g getrocknete) auszukommen. Natürlich muß auf die mit der Änderung der Wasserstoffionenkonzentration einhergehende Schwankung der Hämolysintensität entsprechend Rücksicht genommen werden. Der Hämolysversuch wird also am besten bei einer Wasserstoffionenkonzentration von $p_H = 10,0$ angesetzt. In einer späteren Publikation wird ausführlicher davon die Rede sein.

Die Untersuchung der Kartoffelknolle erstreckte sich auf alle ihre Teile. Es stellte sich dabei heraus, daß lediglich die peripheren Teile

der Kartoffel Hämolyse hervorriefen. Genauere Untersuchungen zeigten, daß es sich hiebei hauptsächlich um die ersten zehn Zellschichten handelt, die auf das Korkgewebe folgen. Eine ganz geringe Hämolysewirkung läßt sich auch noch 2 bis 3 mm vom Kork, der selbst keine Hämolyse zeigt, nach innen zu nachweisen. Die ebenfalls untersuchten Schößlinge riefen eine ganz bedeutend stärkere Hämolyse hervor als die Knollen selbst. Es riefen sowohl die peripheren Teile als auch die Zellen innerhalb des Kambiums starke Hämolyse hervor. Untersucht man Rinde und Holz getrennt, so erweist sich die Rinde etwa achtmal stärker hämolytisch wirksam als das Holz. Auch konnte nächst den Abgangsstellen der Schößlinge in der Knolle mehr Solanin nachgewiesen werden als im übrigen peripheren Teil der Knolle. Diese Ergebnisse stimmen mit den zahlreichen Literaturangaben überein. Nach DROSTE³ enthält die Schale (gemeint ist dabei der beim Schälen der rohen Kartoffel abfallende Teil, der neben Periderm auch noch die äußeren Schichten des Speicher gewebes enthält) bis zu 70% des gesamten Solanins der Kartoffelknolle. Eine einfache Rechnung zeigt, daß die Solaninkonzentration im übrigen Speichergewebe daher etwa $\frac{1}{10}$ von der von uns als solaninhaltig bezeichneten äußeren Schicht beträgt und deshalb unter die Erfassungsgrenze sinkt. Auch MORGENTERN⁴ findet in den Schalen durchschnittlich dreimal mehr Solanin als im Kartoffelspeichergewebe. Ebenso findet WINTGEN den Hauptteil des in der Kartoffel vorhandenen Solanins in der Schale.

Da es für die Praxis weniger wichtig ist, den genauen Prozentgehalt einer Kartoffelsorte festzustellen, sondern eine Methode genügt, die es gestattet, eine Kartoffelsorte als solaninreich, bzw. solaninarm zu bezeichnen, wurde mit Hilfe der Blutgelatine ein Verfahren ausgearbeitet, womit man sich in kurzer Zeit über den Solaningehalt einer Kartoffel sorte vergleichend orientieren kann. Es wurden 62 verschiedene Sorten mit einer Blutgelatine von $p_H = 8,4$ untersucht.

Im Verlauf der Untersuchungen trat aber oft der Fall ein, daß bei vermehrtem Solaningehalt auch im Puffer $p_H = 7,4$ Hämolyse eintrat. Es ließ sich somit der Zuwachs des Solaningehaltes besonders deutlich erkennen, da derselbe bei Betrachtung des Puffers $p_H = 7,4$ von Null auf einen gerade erkennbaren Wert angewachsen war. Es ist ferner bei Lokalisationsbestimmungen günstiger, keine allzustarke Hämolysewirkung zu erreichen, da ein großer hämolytischer Hof Einzelheiten leicht verschwinden läßt. Bei der Untersuchung solaninhaltiger Pflanzen braucht man daher nur, abgesehen von der sonst geübten Konzentrationsvermehrung der Gelatine oder des Bluts (siehe FISCHER¹), welche retardierend auf die Hämolyse wirken, die Wasserstoffionenkonzentration zu verändern.

Die Kartoffeln wurden zuerst ganz durchuntersucht; nachdem aber feststand, daß nur die peripheren Schichten der Knolle Hämolyse her-

vorriefen, wurden nur diese untersucht, was das Verfahren wesentlich vereinfachte. Bei der Schätzung der Stärke der Hämolyse wurde folgendermaßen vorgegangen: Als Ausgangspunkt für die Zeitberechnung wurde der Zeitpunkt gewählt, bei dem die geringste gerade sichtbare Hämolyse in Erscheinung trat. Von diesem Zeitpunkt an wurde nach einer halben Stunde die Größe des hämolytischen Hofes geschätzt und hiernach der Gehalt der Kartoffeln an Solanin mit den Zahlen von 1 bis 5 ansteigend bezeichnet. Die Kartoffeln wurden in Gelatinen von $p_{\text{H}} = 6,1$, $p_{\text{H}} = 7,4$ und $p_{\text{H}} = 8,4$ untersucht. Diese Art der Beobachtung diente hauptsächlich dazu, die Veränderungen im Solaningehalt beim Lagern der Kartoffel festzustellen. Tabelle I bringt zwei typische Beispiele von 62 Kartoffelsorten, die alle in derselben Weise untersucht wurden.

Tabelle I

Name 'der Sorte	M o n a t e					Mai							
	November	Dezember	Jänner	Februar									
	$p_{\text{H}} = 6,1$	$p_{\text{H}} = 7,4$	$p_{\text{H}} = 8,4$	$p_{\text{H}} = 6,1$	$p_{\text{H}} = 7,4$	$p_{\text{H}} = 8,4$	$p_{\text{H}} = 6,1$	$p_{\text{H}} = 7,4$	$p_{\text{H}} = 8,4$	$p_{\text{H}} = 6,1$	$p_{\text{H}} = 7,4$	$p_{\text{H}} = 8,4$	
Erner Spätkartoffel	—	—	3	—	—	3	—	1	4	—	3	4	—
Oberinntaler Spätkartoffel.....	—	—	3	—	—	3	—	1	4	—	3	5	—
											3	4	
											3	5	

Aus unseren Versuchen geht demnach hervor, daß bei allen Sorten ein Ansteigen des Solaningehaltes gegen das Frühjahr bemerkbar ist; der Anstieg beginnt bereits im Dezember bis Jänner. Alle untersuchten Kartoffelsorten zeigten dasselbe Verhalten bezüglich des Anwachsens des Solaningehaltes vom November bis zum Mai. Desgleichen war bei keiner Kartoffelsorte die Hämolyseprobe negativ und es konnte bei keiner Kartoffel eine besonders starker Solaningehalt festgestellt werden. Unter den untersuchten Kartoffeln befanden sich Früh- und Spätkartoffeln, ein bemerkenswerter Unterschied konnte zwischen diesen beiden Sortengruppen nicht festgestellt werden.

Über das Ansteigen des Solaningehalts beim Lagern der Kartoffeln finden sich in der Literatur verschiedene Angaben. Nach MAYER⁵, der das Solanin gewichtsanalytisch bestimmt, bleibt der Solaningehalt von der Ernte bis zum Februar konstant, steigt im März und April auf das Doppelte an und erhöht sich im Mai und Juni noch weiter. Diese Ergebnisse können wir nur zum Teil bestätigen. Vielleicht ist der von uns beobachtete erste Anstieg im Dezember, den MAYER nicht vermerkt, auf die Verwendung anderer Kartoffelsorten oder auf die Lagerung zurückzuführen. WINTGEN⁶ dagegen konnte eine Zunahme des Solanin-

gehaltes beim Lagern nicht beobachteten, während DROSTE³ zu denselben Ergebnissen kommt wie wir.

Bemerkenswert ist ferner, daß einzelne, im Mai untersuchte, vom Oktober an gelagerte Kartoffelsorten außer der verstärkten Hämolyse in der äußersten Schicht auch etwa 5 bis 6 mm ins Innere des Speicher gewebes geringe Hämolyse zeigten. Auf diese Tatsache werden wir noch an anderer Stelle zurückkommen.

In gleicher Weise wie die Kartoffeln wurden auch die ausgetriebenen Schößlinge untersucht. Es wurden wieder dieselben Kartoffelsorten verwendet. Die Stärke der Hämolyse wurde mit den Zahlen 1 bis 8 bezeichnet.

Tabelle II

Schößlinge der Sorte	M o n a t e								
	Jänner			Februar			Mai		
	p _H = 6,1	p _H = 7,4	p _H = 8,4	p _H = 6,1	p _H = 7,4	p _H = 8,4	p _H = 6,1	p _H = 7,4	p _H = 8,4
Erner Spätkartoffel....	1	4	5	1	4	6	2	5	8
Oberinntaler Spätkar toffel.....	1	4	5	1	4	6	2	5	7

Aus dieser Tabelle ist ersichtlich, daß entsprechend den von Anfang an höheren Zahlen der Solanineinhalt der Schößlinge ein viel größerer ist und daß dieser, ebenso wie bei der Kartoffel, gegen das Frühjahr hin ansteigt. Die Menge des Solanins ist so groß, daß sogar bei p_H = 6,1 die Stärke 2 erreicht wird. Durch Verwendung auch des saueren Puffers ist das Ansteigen der Hämolyseintensität deutlich sichtbar.

Um den Nachweis des Solanins in der Pflanzenzelle noch genauer zu gestalten, d. h. um ganz sicher zu sein, daß die beobachtete Hämolyse auf Solanin zurückzuführen war, kann man die Tatsache benützen, daß das Solanin, wie auch die meisten eigentlichen Saponine, mit Cholesterin eine hämolytisch unwirksame Verbindung eingeht. Es läßt sich nämlich das Solanin in der Zelle entgiften, wenn man die Schnitte in einer gesättigten Lösung von Cholesterin in einer Mischung von $\frac{1}{4}$ Aceton und $\frac{3}{4}$ absolutem Alkohol, zirka 20 Minuten kocht. Die in Äther gewaschenen und sorgfältig getrockneten Schnitte erweisen sich nunmehr, in Blutgelatine gebracht, als hämolytisch unwirksam. Es ist also hiermit bewiesen, daß es sich hier um einen durch Cholesterin entgiftbaren, hämolytisch wirksamen Körper handelt. Noch schlagender wird der Beweis, wenn man aus der in der Zelle vorhandenen Solanin-Cholesterin verbindung das Solanin wieder abspaltet, was durch zirka zweistündiges Kochen mit Xylol geschieht. Nachdem der Schnitt gründlich mit Äther

gewaschen ist, zeigt er, in Blutgelatine gebracht, wiederum Hämolyse. Diese Eigenschaft des Cholesterinbindungsvermögens teilt das Solanin mit den Saponinen. Um aber ganz sicher zu sein, daß es sich hier um Solanin und kein anderes Saponin handelt, muß man noch das oben erwähnte Verhalten des Solanins in den drei Puffern berücksichtigen.

Das Solanin verhält sich nämlich gerade umgekehrt wie das Saponin des Typus I; denn es läßt sich aus dem Vergleich der Hämolyseintensität mit Bestimmtheit sagen, daß hier Solanin vorliegt, wenn nämlich die Hämolysewirkung von sauer nach alkalisch stark ansteigt. Bei Beobachtung der Hämolysewirkung eines Pflanzenschnittes in Blutgelatine mit mehreren (verschiedenen) Wasserstoffionenkonzentrationen kann sich nun folgendes Bild ergeben: Abfallende Hämolyse von $p_H = 10,0$ nach $p_H = 6,1$, wobei in $p_H = 10,0$ auch schwache Hämolyse bemerkbar sein kann, dafür in den übrigen Puffern keine. Ein solcher Verlauf der Hämolyse ist nur bei Solanin möglich; die Intensität der Hämolyse kann natürlich, wie schon angedeutet, verschieden sein, so daß manchmal auch in $p_H = 6,1$ Hämolyse sichtbar ist; dann ist aber die Hämolysewirkung in $p_H = 10,0$ äußerst stark.

Bei den Saponinen hingegen finden sich andere Relationen: Bei Typus I ist $p_H = 6,1$ stark, $p_H = 7,4$ und noch mehr $p_H = 8,4$ schwach, $p_H = 10,0$ hingegen viel stärker. Bei Typus II fällt die Hämolyseintensität geradlinig ab von $p_H = 6,1$ nach $p_H = 10,0$. Ein saures d. h. alkalilösliches Saponin vom Typus II wird geringe Hämolyse bei $p_H = 6,1$, die stärkste Hämolyse bei $p_H = 7,4$ zeigen, geringere wieder bei $p_H = 8,4$ und $p_H = 10,0$. Denn die geringe Alkalität von $p_H = 7,4$ genügt um das Saponin zu lösen. Im stärker alkalischen Puffer wirkt es ohnehin wenig hämolytisch, obwohl es gelöst ist, in $p_H = 6,1$ kann es nur wenig wirken, da es eben nicht gelöst ist.

Es läßt sich also auf diese eben beschriebene Weise Solanin von den übrigen Saponinen eindeutig unterscheiden.

Weiterhin wurde durch eine Reihe von Versuchen festgestellt, wie sich das Solanin beim Kochen der Kartoffel verhält. Mikroskopische Schnitte wirkten nach genügend langem Kochen überhaupt nicht mehr hämolytisch, da das Solanin aus der angeschnittenen Zelle herausgelöst wurde.

Wir verglichen dann weiter Kartoffeln, die mit der Schale gekocht wurden und solche, die in der im Haushalt üblichen Weise geschält und dann erst gekocht wurden. Für den Solanineinhalt ist vor allem wichtig, daß beim Schälen der rohen Kartoffeln nicht nur das Periderm, sondern auch die darunter gelegenen Zellen des Speichergewebes entfernt werden. Auf diesen Umstand ist es vor allem zurückzuführen, daß vor dem Kochen geschälte Kartoffeln auch in den äußeren Partien keine oder nur geringe Hämolyse zeigten. Ein weiterer, allerdings weniger wichtiger Grund für diese Beobachtung ist darin zu suchen, daß die

durch das Schälen angeschnittenen und nicht mehr durch das Periderm geschützten Zellen ihr Solanin leichter an das Wasser abgeben. Bei den mit der Schale gekochten und dann erst geschälten Kartoffeln löst sich beim Schälen das Periderm allein ab, ohne daß im allgemeinen Zellen des Speichergewebes mit entfernt werden. Dadurch bleiben also auch die peripheren Zellschichten der Kartoffel, die, wie oben erwähnt, die Hauptmenge des Solanins führen, erhalten. In zweiter Linie wirkt noch begünstigend auf das Erhaltenbleiben des Solanins, daß alle Zellen intakt und durch das Periderm vor dem Auslaugen des Solanins geschützt sind. Diese Ergebnisse und Überlegungen decken sich völlig mit den Feststellungen MAYER⁵, der im Kochwasser geschälter Kartoffeln Spuren von Solanin nachweisen konnte; dagegen ließen ungeschälte Kartoffeln kein Solanin in das Kochwasser übertreten. Man kann demnach annehmen, daß in den Kartoffeln, die in geschältem Zustand gekocht werden, sich wesentlich weniger Solanin findet. Den in der Schale gekochten Kartoffeln dürfte der ganze Solaningehalt erhalten geblieben sein.

Die früher so stark betonte Giftwirkung des Solanins hat dadurch eine Abschwächung erfahren, daß man für die durch Genuß angeblich stark solaninhaltiger Kartoffeln verursachten Massenerkrankungen nicht mehr das Solanin allein verantwortlich macht, sondern andere Ursachen geltend macht, wie Fäulnis und unsachgemäße Zubereitung der Kartoffeln. Daß aber das in der Kartoffel enthaltene Solanin auch nützliche Wirkungen entfalten kann, wurde von KOFLER und FISCHER⁴ gezeigt. Das Solanin kann man nämlich auf dieselbe Stufe stellen wie die resorptionsfördernden Nahrungsmittelsaponine.

Über den Solaningehalt erkrankter Kartoffeln finden sich widersprechende Angaben. MAYER, a. a. O., DROSTE, a. a. O., und MORGENSTERN, a. a. O., fanden, daß Fäulnis und Krankheit den Solaningehalt nur wenig beeinflussen. BEHRE und EHREKE⁸ fanden in schwarzen und grünen Stellen von Kartoffeln erhöhten Solaningehalt, an den gesunden Stellen hingegen weniger. Ebenso HARRIS und COKBURN⁹. Eigene Untersuchungen in dieser Richtung wurden wenige vorgenommen. Bei einigen Exemplaren fanden sich im Innern der Knolle braune Stellen, welche aber keine Hämolyse hervorriefen.

Angeschnittene Kartoffeln bilden nach längerem Lagern an der Schnittfläche einen Schorf. Nach KASSNER¹⁰ enthält dieser wägbare Mengen Solanin, es ist aber unaufgeklärt, ob die Lebenstätigkeit der Knolle oder ein an der Verletzungsstelle sich befindendes Pilzmyzel die Ursache davon ist. In dieser Richtung wurden von uns Versuche angestellt.

Halbierte Kartoffeln wurden dem Tageslicht ausgesetzt. Nach sechs Tagen wurde die bereits gebildete Schorfdecke untersucht; es war aber noch keine Hämolyse erkennbar. Nach einer weiteren Woche zeigte die

Schorfdecke folgendes Aussehen: Zuoberst war die Stärke aus den Zellen herausgequollen, die darauf folgenden Zellreihen waren stark lufterfüllt, dann erst erschien das Speichergewebe der Kartoffel wieder normal. Es zeigte sich nun, daß gerade in diesen intakten Zellen unter dem Schorf sich zu diesem Zeitpunkt eine schwache Hämolyse nachweisen ließ, die nur auf eine Zellreihe von vier bis sechs Zellen beschränkt war. Bei längerem Lagern nahm die Stärke der Hämolyse noch zu. Als wir aber angeschnittene Kartoffeln mit der Quarzlampe $\frac{1}{4}$ bis $\frac{1}{2}$ Stunde bestrahlten, konnten wir schon nach zirka vier Tagen unter dem Schorf den Beginn einer Hämolyse feststellen. Je länger die Kartoffeln bestrahlt wurden, desto schneller erfolgte unter der Schorfdecke die Bildung des Solanins. Auch unverletzte Kartoffeln zeigten nach Bestrahlung eine Vermehrung des Solaninehalts verbunden mit deutlicher Chlorophyllbildung unter dem Periderm, aber nur an der dem Lichte ausgesetzten Seite. MORGENTERN, a. a. O., hatte auch eine bedeutende Zunahme des Solaninehalts von Kartoffeln, die einer vierwöchigen Belichtung ausgesetzt waren, feststellen können. Es handelt sich also in diesem Falle nicht um die Tätigkeit eines Pilzmyzels, sondern um einen erhöhten Stoffwechsel der bestrahlten Zellen des Speichergewebes, der als Ursache für die Vermehrung des Solaninehalts gelten kann.

Neben den Untersuchungen mit Blutgelatine wurden auch gleichzeitig die übrigen gebräuchlichen Reagenzien zum Nachweis des Solanins benutzt, um die Schärfe der Reaktionen gegeneinander auszuwerten. Von den üblichen Solaninreagenzien ist nach MAYER, a. a. O., RENTELEN¹¹ und HANSEN¹² die Selenschwefelsäure die schärfste. Es wurden jedoch auch Versuche mit den übrigen Reagenzien angestellt, wie: Vanadinschwefelsäure, Äthyl-Schwefelsäure und konzentrierter Schwefelsäure. Diese angeführten Reagenzien lassen sich aber zu Lokalisationsbestimmungen nicht gut verwenden, da das in den peripheren Teilen der Kartoffel sich zuweilen findende Anthocyan infolge der sauren Natur der verwendeten Reagenzien sich rot färbt; da aber auch das Solanin sich mit diesen Reagenzien rot färbt, kann die Gegenwart von Anthocyan leicht zu Täuschungen Anlaß geben. Es erweist sich zudem die Selenschwefelsäure-Reaktion als viel weniger empfindlich wie die Hämolyseprobe, was dadurch bewiesen erscheint, daß eine gewisse Anzahl untersuchter Kartoffelarten wohl in Blutgelatine Hämolyse zeigten, ohne aber mit Selenschwefelsäure eine Reaktion zu geben. Natürlich hatten wir uns vorher von der Abwesenheit des Anthocyans überzeugt. Aber auch aus einem anderen Grunde ist beim Arbeiten mit den chemischen Reagenzien Vorsicht geboten. Es hat sich nämlich im Laufe der Untersuchungen ergeben, daß die Selenschwefelsäure, die meist zur Identifizierung von Solanin herangezogen wurde, gar kein Reagens auf Solanin als solches ist. Solanidin gibt nämlich mit Selenschwefelsäure bereits in der Kälte,

Solanin erst beim Erwärmen eine Rotfärbung. Wir vermuteten daher, daß das beim Erhitzen von Solanin mit Selenschwefelsäure sich abspaltende Solanidin es ist, welches in Reaktion tritt. Auf der Suche nach präformiertem Solanidin in der Pflanze stellten wir folgende Versuche an.

Schnitte durch Kartoffelschößlinge wurden in Essigäther, einem guten Lösungsmittel für Solanidin, eine Stunde lang gekocht. Der eingedampfte Rückstand gab mit Selenschwefelsäure schon in der Kälte eine Rotfärbung, war also sicher Solanidin. Anthocyan war keines vorhanden, wie wir uns durch Betupfen des Rückstandes mit verdünnter Schwefelsäure überzeugen konnten. Schnitte durch Kartoffelschößlinge, mit Selenschwefelsäure in der Kälte behandelt, ließen außerhalb des Kambiums eine diffuse Rotfärbung erkennen, die an sich sowohl Solanidin als auch Anthocyan sein könnte, in diesem Falle aber sicher Solanidin war, wie eben bewiesen. Wurde hierauf bei denselben Schößlingen die die rote Färbung hervorrufende äußere Schicht (die Rinde bis zum Kambium) entfernt und dann erst geschnitten, so trat bei Behandlung mit Selenschwefelsäure in der Kälte keine Rötung auf, wohl aber beim Erwärmen; ein Zeichen, daß hier nur Solanin und kein Solanidin vorhanden war. Daß das Solanicin und die ätherlöslichen Basen an der Rotfärbung nicht beteiligt sind, ergaben die in dieser Richtung angestellten Versuche. Die Angabe HANSENS, a. a. O., daß das Solanin und das Solanidin ganz die gleichen Reaktionen geben, konnte von uns nicht bestätigt werden. Die Selenschwefelsäure reagiert in erster Linie mit Solanidin, auf das Solanin wirkt sie nur mittelbar ein, indem beim Erhitzen des Gemisches Hydrolyse eintritt und das freiwerdende Solanidin mit der Selenschwefelsäure reagiert.

Die Tatsache, daß das Solanin in der Zelle präformiert vorkommt, hatte schon HANSEN, a. a. O., erwähnt; er gibt aber nicht die Art des Nachweises an. Erhält man also bei Abwesenheit von Anthocyan (durch vorherige Prüfung mit verdünnter Schwefelsäure) in einem Schnitte durch Zusatz von Selenschwefelsäure ohne Erwärmen eine Rotfärbung, so kann man mit Sicherheit auf Solanidin schließen. Es läßt sich also, wenn man den Fundort des Solanidins, nämlich in den äußeren Teilen der Schößlinge, berücksichtigt, daraus der Schluß ziehen, daß das Solanidin primär an den Stellen stärksten Wachstums und intensivsten Stoffwechsels gebildet, dann aber bald in Solanin umgewandelt wird.

Zusammenfassung

Durch Anwendung der Blutgelatine läßt sich der mikroskopische Nachweis des Solanins in der Kartoffel empfindlicher gestalten, als es bis jetzt möglich war. Die Methode wird beschrieben. Die Berücksichtigung der Wasserstoffionenkonzentration erscheint hier besonders

wichtig, da die Hämolyse in alkalischem Puffer am stärksten ist, in saurem dagegen fast verschwindet.

Auf dieser Grundlage erscheint sowohl eine Lokalisationsbestimmung als auch eine Schätzung des Solaningehalts möglich. Es wurden 62 verschiedene Kartoffelsorten untersucht. Das Solanin fand sich dabei in der Hauptsache in den ersten zehn Zellschichten des Speichergewebes, das auf das Periderm folgt. Das Periderm selbst ist frei von Solanin.

In den Schößlingen findet sich das Solanin im ganzen Querschnitt; in der Rinde zirka achtmal so viel wie im Mark.

Daß beim Lagern der Kartoffel der Solaningehalt zunimmt, läßt sich nachweisen und auf einfache Weise verfolgen.

Daß die beobachtete Hämolyse wirklich von Solanin herrührte, kann durch den Cholesterinbindungsversuch bewiesen werden. Nach Zerlegung des Cholesterids durch Kochen mit Xylol ist das Solanin in Freiheit gesetzt und der Schnitt wirkt, in Blutgelatine gebracht, wieder hämolytisch.

Mit der Schale gekochte Kartoffeln haben auch in den peripheren Schichten ihr ganzes Solanin behalten, wogegen vorher geschälte nur mehr noch Spuren nachweisen lassen. Erkrankte Stellen in Kartoffeln enthalten kein Solanin.

Die Bildung des Solanins in der Kartoffel vollzieht sich an den Orten intensivsten Stoffwechsels, wie in der Rinde oder im Wundschorf. Durch Bestrahlung mit ultraviolettem Licht wird der Solaningehalt an den genannten Orten stark vermehrt.

Die Farbenreaktionen des Solanins werden auch berücksichtigt, und zwar wird festgestellt, daß diese infolge ihrer Unempfindlichkeit zum Nachweis nicht verlässlich sind. Zudem ist die als Solaninreagens geltende Selenschwefelsäure kein eigentliches Reagens auf Solanin, sondern nur auf Solanidin.

Es wird die Bildung von präformiertem Solanidin in den Schößlingen nachgewiesen.

Literatur

- ¹ Fischer R. Pharm. Monatshefte, **9**, 1. (1928). Heft 1.
- ² Fischer R. Biochem. Zeitschr., **209**, 319 (1929).
- ³ Droste. Chem. Centralblatt, 1915. IV. 1081.
- ⁴ Morgenstern F. v. Dissert. Rostock, 1906.
- ⁵ Mayer. Arch. f. experim. Pathologie u. Pharmakologie, **36**, 361 (1895).
- ⁶ Wintgen M. Arch. d. Pharmazie, **244**, 360 (1906).
- ⁷ Kofler L. und Fischer R. Arch. f. experim. Pathol. u. Pharmakol., **141**, 105 (1929), H. 1/2.
- ⁸ Behre A. u. Ehrecke H. Chem. Centralblatt, 1919, I, 376.
- ⁹ Harris F. W. u. Coeburn T. Chem. Centralblatt, 1919, I, 235.
- ¹⁰ Kassner G. Zeitschr. f. Spiritus- u. Preßhefeindustrie, **10**, 330 (1890).
- ¹¹ Rentelen v. Dissertation Dorpat, 1881.
- ¹² Hansen J. Arch. f. experim. Pathologie u. Therapie, **28**, 385 (1918).

Beobachtungen über Höhengrenzen von Pflanzen in der Umgebung von Graz

Von

Ludwig Lämmermayr (Graz)

Die beiden höchsten Erhebungen und beliebtesten Ausflugsziele in der unmittelbaren Umgebung von Graz sind der Schöckel (1446 m) und die Hohe Rannach (1004 m). Mit ihren weitausladenden südlichen Abdachungen und Vorbergen erstrecken sie sich bis in die Gegend von Neustift, bzw. St. Veit herab, welche kaum 5 km nördlich des Zentrums von Graz gelegen sind. Trotzdem der Wechsel der Vegetation auf den gebräuchlichen Anstiegslinien beider Erhebungen recht gut zu verfolgen ist, findet man merkwürdigerweise in der botanischen Literatur nur äußerst wenige exakte Angaben über das Ansteigen, bzw. die obere Höhengrenze von Pflanzenarten in dem bezeichneten Gebiete. Einige Daten, welche aber nur Lebermoose betreffen, bringt J. BREIDLER in seiner Arbeit: Die Lebermoose Steiermarks, Mitteilungen des naturwissenschaftlichen Vereines für Steiermark, 30. Heft, 1893, welche folgende Arten im Gebiete des Schöckels betreffen: *Fegatella conica* (L.) Corda, fruktifizierend bis 1400 m (a. a. O., S. 271), *Preissia commutata* (Lindenb.) Nees, bis 1400 m (S. 271), *Aneura palmata* (Hedw.) Dum., bis 1300 m (S. 274), *Sarcoscyphus Funkii* (Web. et Mohr) Nees, bis 1100 m (S. 284), *Eucalyx hyalina* (Lyell), ostseitig bis 1100 m (S. 292), *Lejeunia cavifolia* (Ehrh.) Lindb. bis 1200 m (S. 348). — Auch J. FREYN hat in „Weitere Beiträge zur Flora von Steiermark“, Österreichische botanische Zeitschrift, L. Jahrgang, 1900, in dankenswerter Weise — bei einigen Blütenpflanzen —, ihre obere Verbreitungsgrenze am Schöckel genau ermittelt, so für *Sedum boloniense* Lois., bis 1320 m (a. a. O., S. 380) und *Sedum acre*, bis 1320 m (S. 402). Einige allgemein gehaltene Angaben (vielfach ohne nähere Bezeichnung des Standortes) über das Ansteigen von Pflanzen in der Umgebung von Graz enthält auch der Zettelkatalog der steirischen Flora, angelegt von F. KRAŠAN, der sich in der Bibliothek des Institutes für systematische Botanik im botanischen Garten der Universität Graz befindet. Das ist, wenn ich von einigen kleineren Mitteilungen, die von mir selbst stammen und in der Österr. Botan. Zeitschrift erschienen sind (siehe Hinweis darauf später!) aber auch alles!

Gerade die Holzgewächse sind bis jetzt dabei in gar keiner Weise berücksichtigt worden und eine möglichst genaue Ermittlung der oberen Grenze wenigstens einiger häufigerer Arten derselben erschien mir deshalb zunächst von besonderem Interesse. Seit 1912 in Graz beruflich tätig, habe ich mir eine — wie ich glaube — wohl ausreichende Kenntnis des in Frage stehenden Gebietes erworben und auf zahlreichen Einzelbegehungen, wie auch im Zuge von Lehrwanderungen die im Nachfolgenden mitgeteilten oberen Verbreitungsgrenzen von 26 Arten ermittelt. Die Feststellung der jeweiligen Höhenlage geschah sowohl unter Zuhilfenahme der Karte (Umgebungskarte von Graz, 1 : 75000, Verlag des ehemaligen Militärgeographischen Institutes in Wien), als auch mit Benützung eines Höhenmessers (Aneroid), der noch Höhenunterschiede bis zu 10 m abzulesen, solche bis zu 5 m abzuschätzen gestattete. Die ermittelten oberen Grenzen gelten sämtlich — bis auf eine Ausnahme — für das Ansteigen von Pflanzen auf der Südabdachung beider Berge, und zwar, wenn nicht anders bemerkt, für den Schöckel im Zuge des Anstieges: Andritz—Rossegg—Höchwirt—Kalkleitenmöstl—Puch—Langer Weg—Göstingerhütte—Telefonweg—Stubenberghaus, für die Hohe Rannach im Zuge des Weges: St. Veit—Gasthaus zum Geirkogel—untere Rannachwiese—obere Rannachwiese—Hohe Rannach.

1. *Pinus silvestris* L. Wurde von mir schon früher als bis zu 1300 m am Schöckel ansteigend angegeben (vgl. Floristisches aus Steiermark, Österr. Botan. Zeitschrift, 1918, S. 385). Geht aber, als stattlicher Baum, noch höher, so vereinzelt bis 1380 und 1400 m (Sauboden). Ein junges Exemplar steht noch in 1420 m Seehöhe, unterhalb des Stubenberghauses. Sie geht also hier wesentlich höher als z. B. am Wiener Schneealpe (1350 m, Alpeleck), oder auf der Schneealpe (im Westen bis 1350 m), am Ötscher (im Osten bis 1000 m), am Hochschwab (im Föltale bis 1290 m), — sämtliche Angaben nach J. NEVOLE, Beiträge zur Ermittlung der Baumgrenzen in den östlichen Alpen, Mitt. d. N. V. f. St., Bd. 43, 1906, S. 213. Noch höher steigt sie z. B. am Reiting an (Südost, Gföllermauer bis 1600 m, nach J. NEVOLE, Die Vegetationsverhältnisse der Eisenerzer Alpen, Verh. d. zool.-bot. Ges. in Wien, 1913, S. 14), sowie auf der Sunkmauer (1544 m, vgl. L. LÄMMERMAYR, Materialien zur Systematik und Ökologie der Serpentinflora. I. Sitzungsber. d. Akad. d. Wiss. in Wien, 1926, S. 375). In dem erwähnten Zettelkataloge findet sich eine Eintragung von Dr. WEISBACH, nach welcher die Kiefer noch am Gipfel des Floning bei 1584 m vorkommt. HAYEK gibt in seiner Flora von Steiermark, I., S. 79, als obere Grenze für den Baum 1500 m, für verkrüppelte Exemplare 1750 m an.

2. *Juniperus communis* L. Geht am Süd- und Südwesthange des Schöckels (Sauboden) noch bis zu 1320 m als aufrechter, bis 3 m hoher

Strauch von pyramidalem bis kugelförmigem Wuchs. Höher hinauf, zwischen 1350 und 1400 m, wird der Wuchs allmählich darniederliegend und diese Exemplare scheinen vielleicht schon den Übergang zu *J. montana* (Ait.) Hay zu repräsentieren, die HAYEK in seiner Flora von Steiermark, I, 88, u. a. auch für den Schöckel anführt. Der Zettelkatalog enthält eine Notiz KRAŠANS, nach welcher *J. communis* nach oben, z. B. am Hochlantsch, von 1500 m an allmählich in die Zwergform („*J. nanaoides*“) übergeht. HAYEK gibt (I, 87) an, daß *J. communis* bis in die Voralpen (1200 m), mitunter, so bei Murau, sogar bis 1600 m ansteigt.

3. *Betula pendula* Roth, die nach HAYEK (I, 105) in den Voralpen bis 1200 m ansteigt, erreicht auf der Südabdachung des Schöckels ebenfalls in dieser Höhe ihre obere Grenze, kommt aber auf der Nordabdachung noch vereinzelt bei 1350 m vor (Wetterloch, vgl. LÄMMERMAYR, Die grüne Vegetation steirischer Höhlen, Mitt. d. N. V. f. St., Bd. 54, 1918, S. 66).

4. *Alnus glutinosa* (L.) Gärtn. geht nach HAYEK (I, 109) kaum über 600 bis 700 m hinaus. Im Zettelkatalog bemerkt KRAŠAN für die Umgebung von Graz, daß *A. glutinosa* kaum höher als bis zu 600 m anzusteigen scheine. Dies dürfte auch im allgemeinen zutreffen. Doch sah ich in der Ortschaft Rinegg am Südhange des Schöckels vereinzelt Exemplare noch bei 710 m. Erwähnenswert ist, daß z. B. am Wege Andritz—Einödgraben—Rinegg an einer Stelle nächst der Ortschaft Oberschöckel in 500 m Seehöhe gleichzeitig *A. glutinosa*, *A. incana* und *A. viridis* (letztere dominierend) vorkommen.

5. *Carpinus betulus* L. HAYEK (I, 110) gibt über die Höhengrenze dieser Art nichts an, ebensowenig der Zettelkatalog. Ich traf stattliche Bäume der Hainbuche noch ober Puch am Schöckelwege (800 m), am Wege vom Kalkleitenmöstl zur Erharthöhe (bei 850 m), sowie auf der unteren Rannachwiese (850 m) an.

6. *Castanea sativa* Mill. FREYN sagt in seiner eingangs zitierten Arbeit (S. 326), daß die Edelkastanie „noch unterhalb des Gipfels der Platte bei 620 m in kräftigen Bäumen nicht selten sei“ und erwähnt sie abermals (S. 444) in der Umgebung von Mariatrost „bis zu etwa 600 m ansteigend“. KRAŠAN bemerkt im Zettelkataloge, daß *Castanea sativa* bei Graz und sonst in der Umgebung bis 500 m hinauf nicht selten sei. Ich habe schon 1916 (Österr. Botan. Zeitschrift, S. 330) darauf hingewiesen, daß die Edelkastanie in der Umgebung von Graz weit höher ansteigt und gab damals als obere Grenze im Schöckelgebiete 720 m (Kalkleitenmöstl), auf der Hohen Rannach 750 m (Rannachhäuser) an. Seither habe ich aber die Edelkastanie wiederholt an noch höher gelegenen Standorten beobachtet. Als kräftiger, fruktifizierender Baum scheint sie allerdings im Gebiete des Schöckels bzw. am Südhange desselben im allgemeinen bei 700 bis 720 m ihre obere Grenze zu erreichen (so

kurz vor dem Kalkleitenmöstl sowie am Höhenwege, der am Südhange des Hohenberges von Kalkleiten über die Gehöfte Lichtenegger—Tipl—Rinner nach Rinegg führt); als Strauch (Unterholz) fand ich sie aber nördlich des Kalkleitenmöstl (am Kohlernickelkogel) noch bei 750, 780, ja sogar noch bei 820 m. Dieser Wert zeigt eine recht gute Übereinstimmung mit einer Angabe UNGERS (enthalten in Dr. SCHREINER: Grätz, ein naturhistorisch-statistisch-topographisches Gemälde, 1843, I. Teil, 3. Abschnitt, 2. Kapitel (Die Flora der Umgebungen von Grätz), S. 91), nach welcher die Grenze der Walnuß und Edelkastanie am Plösch (= Pleschkogel) bei Rein bei 2700 Pariser Fuß (= 838 m) liegt, bzw. gelegen war. Leider scheint die Edelkastanie dort, wie ich schon 1916 erwähnte, ausgeschlagen worden zu sein, da sie in neuerer Zeit nicht mehr, wenigstens nicht in dieser Höhe, angetroffen werden konnte.

7. *Quercus sessiliflora* Salisb. KRAŠAN gibt im Zettelkataloge an, daß diese Art geschlossene Bestände, die aber selten sind, bei Graz nur bis 500 m Seehöhe bildet. Einzelne, starke Bäume stehen nach meinen Beobachtungen noch bei 920 m auf der unteren, bei 990 m auf der oberen Rannachwiese, sowie am Wege vom Kalkleitenmöstl zur Erharthöhe bei 870 m.

8. *Juglans regia* L. Wird nach HAYEK (I, 125) bis in die Voralpentäler (800 m) kultiviert. Für die Umgebung von Graz trifft dies annähernd zu. So findet man den Nußbaum am Schöckel oberhalb Puch noch bei 770 m, am Osthange der Rannach gegen die Leber bei 810 m (im Walde, spontan?), am Pleschkogel bei Rein, beim „Klöcklwirt“ bei 740 m und sogar noch beim Pleschwirtshause (1017 m!).

9. *Populus tremula* L. Geht nach HAYEK (I, 128) bis in die Voralpen (900 m). Ich sah Exemplare noch auf der oberen Rannachwiese bei 980 m, östlich der Göstingerhütte bei 1020 m und am Wege vom Kalkleitenmöstl zur Erharthöhe bei 1050 m.

10. *Viscum album* L. Ich habe schon 1918 (Österr. Botan. Zeitschr., S. 388) der Vermutung Ausdruck gegeben, daß die obere Grenze der Mistel bei etwa 700 m (unterhalb der „Leber“) gelegen sein dürfte. Dieser Wert erfährt nur eine geringfügige Verschiebung, da die Pflanze nur noch wenig höher, und zwar bei der Kapelle in Puch (720 m) auf einem Apfelbaum, westlich davon auf einer Eberesche (730 m) und am Wege von Puch zur Leber in 725 m Seehöhe auf einem Kirschbaum anzutreffen ist.

11. *Asarum europaeum* L. Nach HAYEK (I, 356) steigt die Haselwurz bis in die Voralpentäler, bzw. bis zu 1000 m an. Wie ich schon 1918 (Österr. Botan. Zeitschrift, S. 385) gezeigt habe, kommt sie auf der Südabdachung des Schöckel unter Wacholder auch noch in Höhen zwischen 1300 und 1400 m vor und wurde neuestens von mir unter gleichen Umständen daselbst sogar noch in 1410 m Seehöhe (im Genusse eines Schattenlichtes von $L = \frac{1}{40}$ stehend) angetroffen.

12. *Helleborus viridis* L. Diese Art, die bei Graz nicht selten in Bauerngärten gezogen wird und dann leicht verwildert, ist oberhalb Puch auf einer Waldwiese, bei südwestlicher Exposition noch in 850 m Seehöhe in etwa 20 Exemplaren anzutreffen. Menschliche Ansiedlung ist weit und breit keine, doch lassen Reste von Steinmauern immerhin den Schluß zu, daß ehemals hier eine solche bestand. Die Pflanze könnte demnach auch hier nur verwildert sein, doch hält K. FRITSCH (mündl.) auch ein spontanes Vorkommen daselbst nicht für unmöglich.

13. *Isopyrum thalictroides* L. Von HAYEK (I, 417) werden als Fundorte in der Umgebung von Graz nur genannt: Murauen, Rosenberg und Plabutsch. Dieselbe Angabe enthält auch der Zettelkatalog KRAŠANS. Es ist sehr bemerkenswert, daß nach meinen Beobachtungen auch diese Schattenpflanze (ähnlich wie *Asarum*) im Schutze von Wacholderbüschchen auf der Süd- und Westabdachung des Schöckels ungewöhnlich hoch ansteigt und unter diesen Verhältnissen erst auf der „Schneid“ bei 1340 m ihre obere Grenze erreicht. (Der Plabutsch ist nur 764 m hoch!)

14. *Acer campestre* L. Im Zettelkataloge bemerkt KRAŠAN, daß diese Art bei Graz, wie es scheint, nicht über 600 m ansteige. Man trifft aber sehr häufig stattliche Bäume davon in weit höheren Höhen an. So unterhalb des Kalkleitenmöstl bei 690 m, im Abstiege von der Rannach zur Leber bei 810 m, auf der unteren Rannachwiese bei 910 m, im Anstiege von Kalkleiten zur Erharthöhe sogar noch bei 930 m.

15. *Acer platanoides* L. Nach HAYEK (I, 654) geht der Spitzahorn bis in die Voralpen (900 m). Der Zettelkatalog enthält folgende Notiz von KRAŠAN: „Wälder um Graz (Herbar RIEGLER); ob spontan, sehr zweifelhaft!“ Unmittelbar bei der Göstingerhütte (1100 m) steht — neben *A. pseudoplatanus* L. — auch ein prächtiges, altes Exemplar des Spitzahorns — wohl gepflanzt. Auch östlich der Göstingerhütte — im Walde — ist der Baum in 1020 m Seehöhe wiederholt in jüngeren Exemplaren zu beobachten.

16. *Rhamnus cathartica* L. geht nach HAYEK (I, 667) bis in die Voralpentäler (700 m). Im Zettelkataloge führt KRAŠAN die Pflanze u. a. für die Umgebung von Aflenz bei 700 bis 900 m an. Im Schökelgebiete scheint sie nach meinen Beobachtungen bei 850 m (am Wege von Kalkleiten zur Erharthöhe) ihre obere Grenze zu erreichen.

17. *Vitis vinifera* L. HAYEK sagt (I, 671) vom Weinstock nur, daß er in Mittel- und Südsteiermark bis zu einer Höhe von über 400 m allgemein in Weingärten kultiviert werde. Als Spalierpflanze, an südseitigen Hausmauern sah ich ihn noch in Rinegg (700 m), am Südhange des Hohenberges (710 m), sowie unterhalb der Leber (715 m), überall auch fruktifizierend.

18. *Tilia platyphyllos* Scop. Weder bei HAYEK, noch im Zettelkataloge sind Angaben über die Höhengrenze zu finden. (Letzterer

enthält nur einen Hinweis darauf, daß die Art in der Weizklamm (600 m) vorkommt. Ich traf sie noch bei 890 m auf der unteren Rannachwiese, beim Pleschwirt (1017 m) und beim Gasthause „Krautwasch“ (1140 m) an.

19. *Hedera helix* L. Geht nach HAYEK (I, 1138) bis in die Voralpen. Wurde von mir blühend noch in 1100 m bei der Mathildengrotte nächst Mixnitz angetroffen (vgl. Österr. Botan. Zeitschrift, 1916, S. 334). Im Gebiete des Schöckels kommt wildwachsender Efeu nur steril, als Waldbodenpflanze bis zu 950 m Seehöhe („Langer Weg“), am Pleschkogel bei Rein, ebenfalls steril, bis 970 m Höhe vor.

20. *Cornus sanguinea* L. HAYEK gibt keine Höhengrenzen an. Der Zettelkatalog enthält folgenden Vermerk KRAŠANS: „Hecken und Gebüsche der wärmeren Talregion bei Graz; zwischen Aflenzen und Turnau in 750 m Höhe. Bei 800 m dürfte die obere Grenze dieser Pflanze sein.“ Nach meinen Beobachtungen erreicht der rote Hartriegel im Gebiete des Schöckels maximal nur 730 m (im Aufstiege von der Leber zum Stein-graben), auf den Südhängen des Hohenberges 720 m.

21. *Primula vulgaris* Huds. Wird von HAYEK (II, 31) bis zu 1100 m Höhe ansteigend angegeben. Dieser Wert dürfte auch für das Schöckelgebiet zutreffen. Auf dem gewöhnlichen Schöckelwege hat es allerdings den Anschein, als ob schon bei Puch in zirka 720 m Höhe, die obere Grenze dieser Art erreicht wäre. Dem widerspricht aber ihr Verhalten auf der Rannach, wo sie auf der unteren Rannachwiese bei 900 m noch häufig ist. Verfolgt man aber den Aufstieg von Kalkleiten über die Erharthöhe (1050 m) zum Waldtor (1057 m) und Wolfstein (1185 m), so kann man beobachten, daß *Primula vulgaris* kurz vor der Erharthöhe zwischen 1010 bis 1020 m in Süd- bis Südwestexposition ihre obere Grenze erreicht und dann von *Primula elatior* (L.) Schreb. abgelöst wird, welche bis auf den Gipfel des Schöckels anhält und am „Langen Wege“ unterhalb der Göstingerhütte bis unter 850 m herabreicht. Mit ihr erscheint in höheren Lagen, so besonders am Rücken des Schöckels und auf dessen Nordabdachung auch *Primula veris* L. und *Primula auricula* L.

22. *Fraxinus excelsior* L. Geht nach HAYEK (II, 367) bis in die Voralpen (1000 m). Der Zettelkatalog gibt an: „Bei Aflenzen, zwischen 700 bis 900 m sehr verbreitet; auf der Kärntnerseite der Saualpe spontan noch bei 1000 bis 1300 m im Buchengestrüpp“ (KRAŠAN). Schöne Exemplare sah ich noch auf der oberen Rannachwiese bei 990 m, bei der Göstingerhütte (1100 m), sowie beim Pleschwirt (1017 m).

23. *Ligustrum vulgare* L. HAYEK gibt keine Höhengrenze an, eben-sowenig der Zettelkatalog. Nach meinen Aufzeichnungen hat die Rainweide im Schöckelgebiete ungefähr die gleiche obere Grenze wie *Cornus sanguinea*. Am Südhange des Hohenberges erreicht sie 730 m, südöstlich der Leber (nächst Kote 761) sogar 750 m Seehöhe.

24. *Viburnum lantana* L. Steigt nach HAYEK (II, 399/400) bis in die Voralpen (900 m) an. Der Zettelkatalog vermerkt: „Bis 900 m und darüber“. Ich fand den wolligen Schneeball noch auf der oberen Rannachwiese bei 990 m und am Pleschkogel bei 1063 m.

25. *Zea mays* L. Angaben über Höhengrenzen bei Graz fand ich nicht vor. Am Südhang des Hohenberges wird Mais noch in Höhenlagen von 700 bis 710 m gebaut; am Südhang des Niederschöckel gegen die Leber sah ich einmal noch in 850 m Seehöhe ein Maisfeld.

26. *Erythronium dens canis* L. Dieser schöne Frühjahrsblüher, der in der Umgebung von Graz, besonders im Gebiete des Plabutsch, Buchkogel und der Mantscha ungemein häufig ist, hat im Gebiete des Schöckel nur ein kleines, ganz isoliertes Gebiet inne, das sich zwischen Stattegg (bzw. dem Auerhahnwirt) und Puch in einer Höhe von 540 bis 640 m in West- bis Nordwestexposition erstreckt. Aus welchen Gründen er hier erheblich unter seiner sonst in der unmittelbaren Umgebung von Graz zu beobachtenden Höhengrenze, die z. B. am Plabutsch bei 740 m liegt, zurückbleibt, vermag ich derzeit noch nicht zu überblicken.

Wie diese kurzen Ausführungen zeigen, bieten die Südabdachungen des Schöckel und der Hohen Rannach vielen Pflanzen, darunter nicht wenigen Holzgewächsen und thermophilen Arten, die Möglichkeit, ihre obere Verbreitungsgrenze bis zu einer Höhe vorzuschieben, welche — zahlenmäßig — hinter den von HAYEK bzw. KRAŠAN angegebenen Werten, betreffend die obere Verbreitungsgrenze dieser Arten — nicht nur fast ausnahmslos nicht zurückbleibt, sondern zumeist diese um einen recht erheblichen Betrag überschreitet. Ich gedenke daher auch fernerhin diesen Verhältnissen mein Augenmerk zuzuwenden und weitere Arten in meine Beobachtungen einzubeziehen.

Ein Fall von zweigliedrigem adossiertem Vorblatt bei *Swertia perennis* L.

Von

Rudolf Wagner (Wien)

(Mit 1 Textabbildung)

Beinahe dreieinhalb Jahrhunderte sind verstrichen, seit die erste Kunde von der genannten Gentianacee in weitere Kreise des botanisch interessierten, damals fast ausschließlich aus Apothekern und Ärzten bestehenden Publikums drang. Der kaiserliche Leibarzt CHARLES DE L'ÉCLUSE, bekannter unter dem nach humanistischer Gepflogenheit latinisierten Namen CLUSIUS, hat in seinem einst viel zitierten Buche über die botanischen Seltenheiten Ungarns und Österreichs¹ eine den Enzianen nahestehende Pflanze abgebildet, die er in effigie bei THOMAS PENNAEUS anlässlich eines Besuches in London 1581 kennengelernt hatte. Der Genannte war dort Arzt; seinen Namen hat LINNÉ in der Gattung *Pennaea* verewigt, die, am Kap heimisch, eine eigene kleine Familie repräsentiert. CLUSIUS selbst hat die Pflanze als *Gentiana punctata Pennaei* im Texte bezeichnet, womit wohl gesagt sein soll, daß PENNAEUS sie schon so genannt hat. In der Abbildung heißt sie *Gentiana VII*, ein Druckfehler für *XII*, da vorher elf Enziane beschrieben werden. Die nämliche Abbildung findet sich im Hauptwerke des CLUSIUS 1601, der Rariorum plantarum historia², die im nämlichen Verlag, der berühmt gewordenen PLANTINSchen Offizin, erschien, die heute noch in dem allen Bibliophilen geläufigen Musée PLANTIN erhalten ist. Hier heißt sie *Gentiana XII punctato flore*.

Auf die weitere Nomenklatur braucht hier nicht eingegangen zu werden und ich beschränke mich auf eine Angabe bei ANTONIO BERTOLONI aus dem Jahre 1837, der sich auch mit dem Rhizom befaßt³. „Radix praemorsa, nigrescens, fibris lateralibus numerosis, crassiusculis, valde amara.“ Auch eines weiteren Momentes gedenkt er, das von späteren

¹ Rariorum aliquot stirpium per Pannioniam, Austriam et vicinas quasdam provincias observatarum historia, quatuor libris expressa. Antwerpiae (1583). S. 290, Holzschnitt S. 292.

² Lib. 3, S. 216.

³ Flora Italica, Vol. III, S. 72 u. 73.

Autoren teils vernachläßigt, teils mißdeutet wird: „*Folia radicalia ovata . . . caulina alterna, vel opposita.*“ Die Angabe ist allerdings geeignet, mißverstanden zu werden in dem Sinne, daß die *Folia radicalia* gegenständig wären. Im übrigen vermeide ich es hier, auf die oberirdischen Teile mich einzulassen, da hier ganz außergewöhnlich komplizierte Verhältnisse vorliegen, wie ich sie im ganzen Pflanzenreich kaum bei irgend einer anderen Gattung vermuten möchte. Schon die im 17. Jahrhundert durch J. BAUHIN bekannt gewordene gelegentliche Tetramerie, die neueste Autoren zu verschweigen beliebten, machte zur Klarstellung der Verhältnisse die diagrammatische Aufnahme einer sehr großen Zahl von Blüten nötig, da, wie angedeutet, Analoga fehlen und viele Dutzend Diagramme aus der ersten Epoche der Untersuchung als falsch oder zweifelhaft ausgeschieden werden mußten.

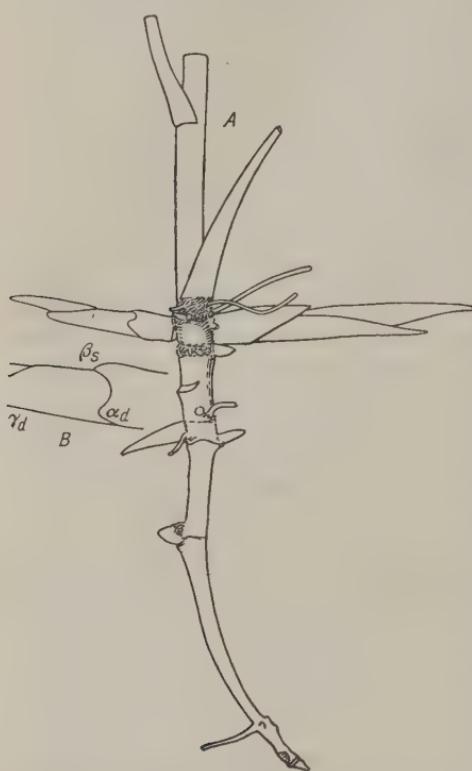
Die von BERTOLONI beschriebene „Wurzel“ ist das beim Sammeln leicht abreißende und daher bei den meisten Herbarexemplaren fehlende Rhizom. Noch leichter brechen die gegen Ende der Blütezeit sich entwickelnden Innovationen ab, die hart unterhalb der Erdoberfläche rechtwinklig abzweigen. Man ist daher darauf angewiesen, die Pflanze am Standorte sorgfältig auszugraben, was bei dessen Beschaffenheit — Quellsümpfe u. dgl. — recht leicht ist. Mein Material stammt aus den Lilienfelder Alpen, vom niederösterreichischen Teile der gegen Mariazell fließenden Walster aus etwa 1000 m Höhe. Es mag bemerkt sein, daß CLUSIUS diese Standorte nicht kannte, da sie damals zu schwer zugänglich waren, wennschon sie zum Teil — auf steirischem Gebiete — an einer Römerstraße liegen.

Am Rhizom ist nun die Blattstellung, wie es scheint, immer distich; diese $\frac{1}{2}$ -Stellung setzt sich in die oberirdischen Achsen mehr oder minder weit fort. Es ist ein Irrtum, wenn diese Distichie als teratologisches Vorkommnis von PENZIG auf Grund der Angaben von CLOS gebucht wird. Dann und wann, als Seltenheit wird sie bis zur stets vorhandenen Terminalblüte beibehalten; das habe ich indessen nur bei schwachen Exemplaren beobachtet. Gewöhnlich ist die Anzahl der zweizeilig stehenden Laubblätter recht gering, dann folgen in Alternation Blattpaare, deren unterstes mit der vorhergehenden Blattstellungsebene gekreuzt steht.

Ganz nahe unterhalb der Erdoberfläche finden wir die aus den Achseln vermoderter Blätter des Vorjahres entwickelten Hauptinnovationen, die wohl meist in Zweizahl vorhanden sind; einige schwächere folgen an den älteren Internodien, bleiben aber teilweise in Reserve.

Der in der Abbildung dargestellte Fall zeigt die abgeschnittenen Stiele zweier Laubblätter des Jahres 1927, und in der nämlichen Ebene entwickelt einige Innovationen. Die stärkste, in der Abbildung nach

rechts fallende, weist mediane Distichie auf; das erste Blatt, also das Vorblatt, fällt median nach rückwärts. Auf dieses adossierte Vorblatt, mit dem wir uns noch des weiteren zu beschäftigen haben, folgen einige weitere Niederblätter. Der Sproß wäre alsdann ausläuferartig mit beträchtlich gestreckten Internodien weiter gewachsen, hätte einige Laubblätter entwickelt und schließlich 1929 geblüht.



tersproß transversal anschließt. Durch die Klammer wird ausgedrückt, daß die Blätter α_d und β_s miteinander verwachsen sind; p ist der Richtungsindex des Doppelblattes und bedeutet (folium) posticum.

Es scheint nun, daß die dargestellte Verwachsung gelegentlich noch einen höheren Grad annimmt und so weit geht, daß die Anlagen schon sehr frühzeitig miteinander in Verbindung treten, so früh, daß das zustande kommt, was die ältere morphologische Literatur als kongenitale Verwachsung bezeichnet. Der Berner HENRY WYDLER (1800 bis 1883), dem wir in solchen Belangen so viel verdanken, hat den Blattstellungsdimorphismus recht wohl gekannt und in der Regens-

Der abgebildete Sproß zeigt nun noch eine Innovation anderer Form, die eine Seltenheit zu sein scheint. Er beginnt mit zweikieligem, adossiertem Vorblatt, an welches die Distichie transversal anschließt. Die beiden Komponenten des Vorblattes sind hoch hinauf mit einander verwachsen, wie das deutlicher in der Fig. B zu sehen ist, welche die Innovation etwas nach rechts gedreht zeigt. Da das erste Einzelblatt nach rechts fällt, haben wir es mit γ_d zu bezeichnen; somit fällt auch die α -Komponente des Vorblattes nach rechts, also α_d . Das Vorblatt selbst, ein Doppelblatt, ist mit dem Ausdruck $(\alpha_d \beta)_p$ zu belegen, einer Formel, die uns bei der Analyse monokotyler Pflanzen, besonders von Gramineen recht häufig begegnet: dann nämlich, wenn der Tochter-

burger Flora beschrieben⁴. In der Nummer vom 7. November 1860 erwähnt er schon die Distichie der Erneuerungssprosse, ferner das adossierte Vorblatt, des weiteren, daß er nie mehr als 12 distich angeordnete Laubblätter gezählt hat. In einer der zahlreichen Fortsetzungen, die sich durch mehrere Jahrgänge hinziehen, erwähnt er am 28. Dezember des nämlichen Jahres S. 763 folgendes: „Ich fand auch Sprosse, an denen nur das erste Blatt (ein Niederblatt) median nach der Achse lag, während die folgenden (4 Nieder- und 2 Laubblätter) quer distiche standen.“ Dieser Fall unterscheidet sich nur quantitativ von dem in der Abbildung dargestellten, er ist extremer, da von Zweikeligkeit nichts zu bemerken ist; WYDLER hätte diese sicherlich registriert. Ich komme nun zu folgender Auffassung:

Der von mir beobachtete Fall stellt einen Atavismus dar. Das normale adossierte Vorblatt des Rhizoms von *Swertia perennis* L. ist ein Doppelblatt ohne Differenzierung in α und β , entsprechend der Medianstellung von γ_a , und ist als $(\alpha\beta)_p$ zu bezeichnen. Es ist phylogenetisch hervorgegangen aus zwei Niederblättern, die schließlich weit hinauf miteinander verwachsen, aber noch getrennte Spitzen aufwiesen. Entsprechend schloß die Blattstellung transversal an. Das ist der abgebildete Fall. WYDLER hat nun mehrmals Vorkommnisse nachgewiesen, bei denen die Verwachsung der beiden Vorblätter zu einem adossierten Vorblatt zwar eine vollkommene war, wo sich aber der transversale Anschluß der Distichie noch erhalten hatte.

Es wäre an dieser Stelle eine Literaturangabe betreffs eines anderen Vertreters der Familie richtigzustellen. In meiner Arbeit „Zur Morphologie und Entwicklungsgeschichte des *Limnanthemum nymphaeoides* (L.) Lk.“ heißt es⁵: „Sämtliche Achselsprosse der vegetativen Region beginnen mit adossiertem Vorblatt, ein Fall, der bei den Dikotylen nur noch von *Menyanthes trifoliata* L. bekannt ist, und zwar durch SCHUMANN (Morphologische Studien, Heft 1, 1892, S. 64ff.), der die irrtümlichen Angaben IRMISCHS (Knollen- und Zwiebelgewächse, S. 187, 1850) über diesen Punkt richtigstellt.“ Diese Angabe beruht auf der beim Anfänger erst recht verzeihlichen mangelnden Literaturkenntnis. Die Daten WYDLERS wurden übersehen, und ebenso die um fast vier Jahre jüngeren FRANZ BUCHENAU^s, eines der ganz wenigen morphologisch geschulten Floristen des vorigen Jahrhunderts. Er erwähnt das adossierte Vorblatt des Epheus⁶, nämlich seiner vegetativen Region. Wozu ich bemerken möchte, daß dessen angezweifelte Qualität als Doppelblatt durch

⁴ Kleinere Beiträge zur Kenntnis einheimischer Gewächse. Flora, 1860, S. 642 bis 644.

⁵ Botanische Zeitung, Bd. 53 (1895), S. 192.

⁶ Zur Morphologie von *Hedera Helix*. Botanische Zeitung, Bd. 22 (1864), S. 233 bis 236 u. 241 bis 245.

das häufige Vorkommen zweier Achselsprosse entschieden erscheint. Der Fall von *Menyanthes* ist somit der dritte, meiner von *Limnanthemum nymphaeoides* (L.) Lk. der vierte. Bekannter ist, daß in diesem Jahrhundert eine Reihe von Fällen aus den Familien der Anonaceen, Aristolochiaceen und Dilleniaceen beschrieben wurde.

Nun zählt unsere Gattung selbst nach dem weiten englischen Artbegriff bis Ende 1920 nach dem Index KEWENSIS und seinen fünf Supplementen etwa 180 Arten, und es ist gewiß nicht anzunehmen, daß unsere Art die einzige sei, die solche Verhältnisse aufweist. Schon vor fast 90 Jahren hat J. FORBES ROYLE seine *Sw. alternifolia* beschrieben⁷ und farbig abgebildet. Sie scheint selten zu sein und ist mir nur aus der Abbildung bekannt. Man geht kaum fehl, wenn man Distichie beim Rhizom annimmt, und selbst das adossierte Vorblatt ist wahrscheinlich. Schlüsse bezüglich des Anschlusses der Distichie scheinen mir derzeit unzulässig, und auch über das Aussehen des Vorblattes läßt sich nichts sagen, als daß es eben wohl ein Niederblatt von Doppelblattcharakter ist; das mit einer an Sicherheit grenzenden Wahrscheinlichkeit.

Vielleicht ist die nächste zur Untersuchung kommende Art die von Siebenbürgen bis Armenien verbreitete *Sw. punctata* Baumg.

Bei den kaum spannenhohen Exemplaren der augenscheinlich sehr seltenen *Sw. alpestris* Baumg. aus Siebenbürgen⁸ habe ich $\frac{1}{2}$ -Stellung bis in die Infloreszenz beobachtet; wie weit deren Variabilität in puncto Blattstellung geht, weiß ich nicht.

Bei der stattlichen *Sw. Aucheri* Boiss., einer Pflanze von $2\frac{1}{2}$ Fuß Höhe — die übrigens von unserer heimischen Art auch erreicht wird — finde ich die Distichie bis in die Infloreszenz fortgesetzt, wo früher oder später Opposition eintritt.⁹

Die *Swertia caerulea* Hausskn., die unserer *Sw. perennis* nahezustehen scheint, aber viel robuster ist, zeigt Distichie bis weit in die spannenlange Rispe hinein.¹⁰ Die *Sw. connata* Schrenk aus Turkestan, fast von der Größe der *Sw. Aucheri* Boiss., zeigt $\frac{1}{2}$ -Stellung; ob immer, muß, wie bei den anderen erwähnten Arten, dahingestellt bleiben.

⁷. Illustr. Bot. Himal., S. 278, T. 67, Abb. 1 (1839).

⁸ In Alpibus Rodnensis uno loco 6000', leg. CRETZ.

⁹ Lazistan, Vallée de Djimil, 2000 m, leg. B. BALANSA (Plantes d'Orient, Nr. 1493 (1866).

¹⁰ Armenia turcica: Sipikor Dagh, in subalpinis ad rivulos, leg. SINTENIS, Nr. 3175.

Besprechungen

Backer C. A. The Problem of Krakatao as seen by a botanist. Visser & Co., Weltevreden, Java. M. Nijhoff, The Hague, Holland. 1929. Gr. 8°. (299 Seiten).

Diese äußerst interessante Arbeit behandelt das Problem der Neubesiedlung der Insel Krakatau durch Pflanzen nach jenem großen vulkanischen Ausbruch im Jahre 1883. Während bisher alle Autoren, die sich vorher mit diesem Problem beschäftigt haben, die Sterilität der Insel nach dem Ausbrüche als eine gegebene Tatsache kritiklos hinnahmen, bemüht sich BACKER gerade diese grundlegende Frage, auf der sich ja alles Andere aufbaut, zu klären. Alle Nachrichten, die über die gewaltige Eruption von Augenzeugen oder in der Literatur zu erlangen waren, sind zusammengetragen und kritisch durchgearbeitet. Ebenso sind alle Expeditionen und deren Sammelergebnisse eingehend behandelt. Das Hauptergebnis der außerordentlich gründlichen Arbeit ist, daß es nicht erwiesen ist, daß bei der Eruption im Jahre 1883 das gesamte vegetabilische Leben vernichtet wurde. Näher auf diese wertvolle Arbeit hier einzugehen, ist leider unmöglich. Sie verdient weiteste Beachtung.

H. CAMMERLOHER (Wien)

Blabensteiner W. Über die Verwendung des Aschenbildes für die Bestimmung pharmakognostisch benützter Rinden. (Sitzber. Akad. d. Wiss. Wien, m.-n. Kl., Abt. I, 137. Bd., 1928, S. 1 bis 16, 2 Taf.)

Die Arbeit ist zunächst durch eine Reihe von methodischen Neuerungen bemerkenswert. Da die von Schnitten am Platinbleche bereiteten Aschen beim Übertragen auf den Objektträger leicht zerfallen und dadurch die natürliche, charakteristische Anordnung der Gewebeelemente verlorengeht, wurde die Asche mit Hilfe eines stark eingedickten Zelloidintropfens (4 bis 5% Zelloidin in Alkoholäther 1:1), der an einem Objektträger hing, aufgenommen, in die durch kurze Einwirkung von Ätherdampf aufgeweichte Zelloidinmasse eingebettet und in Glyzerin, Kanadabalsam oder anderen Einschlußmedien untersucht.

Mit Hilfe dieser neu ausgearbeiteten Methoden wurden nun die pharmakologisch wichtigen Rinden — *Rhamnus Frangula*, *R. Purshiana*, *Quercus pedunculata* und *Qu. sessiliflora*, *Cinchona succirubra*, *Aspidosperma Quebracho blanco*, *Croton Eluteria*, *Punica Granatum*, *Marsdenia Condurango* und *Viburnum prunifolium* — in den drei Hauptschnitten verascht und die Asche unter Berücksichtigung der Verhältnisse im intakten Gewebe genauest untersucht und beschrieben. In dem auf Grund der Spodogramme ausgearbeiteten Bestimmungsschlüssel erscheinen als diagnostisch wichtige Merkmale die Art der Oxalatkristalle (Einzelkristalle, Drusen, Kristallsand), Größe und Anordnung derselben und Nebeneinandervorkommen der verschiedenen Kristalltypen.

M. STEINER (Wien)

Bünning E. Über die Blaauwsche Theorie des Phototropismus. (Planta, 7. Bd., 1929, S. 650—652.) (Kurze Mitteilung.)

Filzer P. Untersuchungen über Wachstumsreaktion und Krümmung bei achsenparalleler Lichtrichtung. (Jahrb. f. wiss. Bot., 70. Bd., 1929, S. 435—492.)

Referent hat schon einmal der Meinung Ausdruck gegeben, es sei richtiger, die BLAAUWSche Theorie den experimentellen Ergebnissen entsprechend zu modifizieren, als sie wegen gewisser Unstimmigkeiten schlechtweg abzulehnen. BÜNNINGS Untersuchungen stellen einen erfreulichen Schritt auf diesem Wege dar. Die Theorie in ihrer ursprünglichen Form hat sich wohl als unhaltbar erwiesen, ihr Grundgedanke ist aber richtig, d. h. der Phototropismus erweist sich als die notwendige Folge der Lichtwachstumsreaktion, wobei durch eine lokale Belichtungsdifferenz ungleiche Wachstumsreaktionen ausgelöst werden. Die Lichtwachstumsreaktion fällt aber bei einseitiger Beleuchtung wesentlich anders aus als bei antagonistischer und allseitiger Lichtwirkung.

FILZER findet bei seinen eingehenden Untersuchungen über die Wirkung achsenparalleler Belichtung, die hier nicht im einzelnen besprochen werden sollen, daß zwar keine quantitative Übereinstimmung zwischen Lichtwachstumsreaktion und Krümmung besteht, daß aber doch eine nicht zu verkennende Beziehung zwischen beiden vorhanden ist. Die phototropische Krümmung ist nach der Anschauung des Verfassers als das Ergebnis des ineinander greifens zweier Prozesse aufzufassen: der „photoplastische“ Prozeß löst die Lichtwachstumsreaktion aus, der „phototropische“ dagegen veranlaßt eine polare Ablenkung der Wuchsstoffe. Ersterer wird vom Gesamtlicht, letzterer nur von der Transversalkomponente des auffallenden Lichtes hervorgerufen, jener beruht auf der diffusen, dieser auf der bestimmt gerichteten Wirkung des Lichtes.

K. LINSBAUER (Graz)

Cholodny N. Über das Wachstum des vertikal und horizontal orientierten Stengels im Zusammenhang mit der Frage nach der hormonalen Natur der Tropismen. (Planta, 7. Bd., 1929, S. 702—719.)

Weitere Beweise für die Vorstellung des Verfassers, daß die Geoinduktion lediglich eine ungleiche Verteilung der gegebenen Menge des Wuchsstoffes bewirkt, nicht aber zur Produktion von „Tropohormonen“ führt. Verfasser ermittelt die von einem abgetrennten Hypokotyl im absolut feuchten Raume aufgenommene Wassermenge, die als Maßstab betrachtet wird für das „wahre“ Wachstum, d. h. für die bleibende Volumszunahme der Zellen. Die mit Hilfe eines sehr empfindlichen „Mikro“-Potetometers bestimmten Durchschnittswerte sind bei vertikaler und horizontaler Lage der Hypokotyle gleich. Der genannte Apparat gestattet die Messung der Wasseraufnahme, die einer Verlängerung von $\frac{1}{30}$ mm entspricht.

K. LINSBAUER (Graz)

Fischer H. Mittelalterliche Pflanzenkunde. München (Verlag d. Münchener Drucke), 1929. 8°. 326 S., 70 Abb.

Ein auf gründlichem Quellenstudium beruhendes, sehr inhaltsreiches Buch, das nicht nur dem Kulturhistoriker, sondern auch dem Botaniker sehr viel Wertvolles bietet. Es behandelt die Anfänge der Botanik in den mittelalterlichen Klöstern und Medizinschulen, die botanische Literatur des Mittelalters, die Pflanzenbilder in den mittelalterlichen Werken, Pflanzenbau und Bodenkultur im Mittelalter, die pharmazeutische Botanik dieser Epoche und die Pflanzenbesiedlung Westeuropas im Mittelalter. Beigegeben sind wertvolle Glossare der Pflanzennamen romanischer und jener germanischer Abstammung sowie ein Synonymenschlüssel zu den Glossaren. Die Abbildungen sind meist photographische Reproduktionen von Pflanzenbildern in mittelalterlichen Werken.

R. WETTSTEIN (Wien)

Gunther-Massias Marg. Über die Gültigkeit des Reizmengengesetzes bei der Summation unterschwelliger Reize. In. Diss. Heidelberg. (Zeitschr. f. Bot., 21. Bd., 1928, S. 129—172.)

Die mathematische Beziehung zwischen Intensität und Dauer des ge- und phototropischen Reizes: $i \cdot t = \text{const.}$ gilt, wie neuere Untersuchungen übereinstimmend zeigten, offenbar nur in erster Annäherung, sie kann auch für intermittierende Reizung keine strenge Gültigkeit haben, da diese (unter gewissen Umständen) ein wesentlich höheres Krümmungsprozent ergibt als kontinuierliche Reizung. „Es muß wohl noch ein dritter Faktor hinzukommen, der entweder bei der kontinuierlichen Reizung nicht auftritt oder aber bei der intermittierenden verschwindet.“ Die einfachste Erklärung dafür liegt in der Annahme, daß in gleicher Weise, wie es für das Gebiet der überschweligen Reize bekannt ist, auch schon bei Reizung von Präsentationszeitdauer „Hemmungen“ auftreten (Referent möchte vielleicht eher sagen „Gegenwirkungen“, die auf eine Rückregulation hinzuarbeiten), die aber bei Einzelimpulsen von etwa $\frac{1}{3}$ Präsentationszeit noch nicht zur Geltung kommen. Bei bestimmter Intermittenz wird daher durch Summation von Einzelimpulsen ein höherer Effekt erzielt werden als bei kontinuierlicher Reizung (Max. an geotrop. Krümmungsprozenten z. B. bei einem Verhältnis Reiz: Ruhe = 1 : 2). Ähnliches gilt auch für die antagonistische Reizung, sofern sie eine Addition unterschwelliger Reize darstellt.

K. LINSBAUER (Graz)

Hegi G. Illustrierte Flora von Mitteleuropa. Mit besonderer Berücksichtigung von Österreich, Deutschland und der Schweiz. VI. Bd., 2. Hälfte (S. 549 bis 1386). München (J. F. Lehmann) und Wien (A. Pichlers Witwe und Sohn), 1929. 4°. Mit zahlreichen Textabb. u. Tafeln. Unter Mitarbeit von H. BEGER, H. GAMS, H. ZAHN und H. MARZELL.

Das im Jahre 1906 begonnene monumentale Werk ist mit dem vorliegenden Halbband, welcher Fortsetzung und Schluß der Compositen enthält, zu einem Abschluß gebracht worden. Ausständig ist einzlig noch das Gesamtregister. Längst hat sich das Werk als unentbehrliches Handbuch allgemein eingebürgert und beliebt gemacht. Gegenüber den Aufangslieferungen, welche noch mehr den Charakter einer geschickten Kompilation trugen, hat sich das Werk bald, besonders auch durch die Heranziehung tüchtiger Mitarbeiter, z. T. von Spezialisten, zu einer gründlichen und selbständigen Neubearbeitung der behandelten Pflanzengruppen emporgeschwungen. Abgesehen von dem beschreibenden und systematischen Teile ist besonders das pflanzen-geographische Moment mit Liebe und Gründlichkeit bearbeitet. Aber auch über Ökologie der Vegetationsorgane, der Blüte und der Frucht, über embryologische, paläontologische, kulturgeschichtliche und anthropobotanische Fragen findet man reiche Belehrung. Sehr nützlich ist auch die Aufzählung und Beschreibung der im Freilande kultivierten Zierpflanzen. Nicht unerwähnt bleiben soll die sorgfältige Zusammentragung und Bearbeitung der volkstümlichen Pflanzennamen durch H. MARZELL. Die Bilder ergänzen den Text auf das beste und sind größtenteils wohlgelungen. So sind Verfasser und Verleger in gleicher Weise zu der Vollendung des Werkes zu beglückwünschen und ist auf immer zunehmende Verbreitung desselben zu hoffen.— Bei einer zweiten Auflage, die sicher nicht ausbleiben kann, wird dann neben der Auswechselung einzelner Bilder insbesondere eine größere Gleichmäßigkeit der einzelnen Teile anzustreben sein. Es müssen ja doch manche der früher erschienenen und knapper gehaltenen Teile erst auf die gleiche Höhe und Ausführlichkeit

gebracht werden, welche die in den späteren Jahren herausgekommenen Bände auszeichnen; auch ist durch die verschiedenen Auffassungen der einzelnen Mitarbeiter, z. B. in der Fassung des Artbegriffes, eine gewisse Ungleichheit bisher unvermeidlich gewesen.

E. JANCHEN (Wien)

Herzog Th. Bestimmungstabellen der einheimischen Laubmoosfamilien. Jena (G. Fischer), 1929. 8°. 4 S., 2 Tabellen.

— — **Bestimmungstabellen der einheimischen Lebermoosfamilien.** Jena (G. Fischer), 1929. 8°. 6 S., 2 Tabellen.

Daß die bei Bestimmung von Blütenpflanzen so bewährten dichotomischen Schlüssel bei der Bestimmung von Bryophyten nicht in gleicher Weise erfolgreich sind, ist jedem Botaniker, der heute noch Pflanzen „bestimmt“, bekannt. Verf. versucht einen neuen Weg durch übersichtliche tabellarische Zusammenstellung der wichtigsten Merkmale. Dem Ref. erscheint dieser Versuch erfolgverheißend, zumal er den die Bestimmung Vornelgenden zwingt, sich über die Gesamtheit der Merkmale Rechenschaft zu geben. Ein definitives Urteil wird sich allerdings erst nach praktischer Erprobung ergeben. Termini, die von der Morphologie der Anthophyten entnommen sind, wie das Wort „Blüte“, sollte man endlich bei Behandlung der Bryophyten fallen lassen.

R. WETTSTEIN (Wien)

Hofmann E., Paläobotanische Untersuchungen über das Kohlevorkommen im Hausruck. (Mitteil. d. Geolog. Gesellsch. in Wien, XX. Jahrg., 1927.) S.-A.: 28 S., 4 Lichtdrucktafeln.

Die in den Bergbauen des Hausruckgebirges (Wolfsegg, Thomasroith usw.) in Oberösterreich gewonnene jungmiozäne Braunkohle wird zur überwiegenden Hauptmasse aus dem Holze von *Sequoia sempervirens* gebildet, dem in viel geringerer Menge das Holz von *Taxodium distichum* (ganz eindeutig vom *Sequoia*-Holz zu unterscheiden, aber stets ohne Atemnkie) und ein von der Verfasserin als *Cupressinoxylon hausruckianum* (ähnlich dem *C. Hookeri* von Tasmanien und *C. antarcticum* von den Kerguelen) bezeichnetes Nadelholz beigesellt sind. An einer einzigen Stelle, offenbar einer recht feuchten Stelle des ehemaligen *Sequoia*-Waldes, wurde *Osmundites schemnicensis* gefunden. An einer anderen Stelle kann ein sehr schön erhaltenter Wurzelboden beobachtet werden, welcher die Bodenständigkeit des *Sequoia*-Waldes beweist. Von sonstigen Funden seien ein Zapfen von *Pinus (palustris?)*, sowie Blätter von *Carpinus grandis*, *Sequoia* und *Potamogeton* erwähnt. Die Braunkohlenlager des Hausruckles gliedern sich somit gut in jene Deutschlands und Steiermarks ein; sie sind aus Moorwäldern entstanden, die in bezug auf Grundwasserspiegel und Feuchtigkeitsgehalt zwischen ausgesprochenen Sumpfmooren und ausgesprochenen Trockenmooren die Mitte einnahmen.

E. JANCHEN (Wien)

Hueck K. Die Pflanzenwelt der deutschen Heimat und der angrenzenden Gebiete, in Naturaufnahmen dargestellt und beschrieben. Herausgeg. v. d. Staatl. Stelle für Naturdenkmalpflege in Preußen. Berlin-Lichterfelde (H. BERMÜHLER). 4°. Liefg. 1 (Juni 1929); 16 S., 7 Textabb., 3 Farbtafeln, 3 Tiefdrucktafeln. — Mk 3,—.

Eine okologisch-geobotanische Darstellung der Pflanzenwelt Deutschlands mit besonderem Nachdruck auf die Ausstattung mit guten Vegetationsbildern. Das Werk soll in Lieferungen erscheinen und 3 Bände (von je zirka 30 Lieferungen) umfassen: I. Der Wald; II. Flüsse, Seen, Wiesen, Heide und Moor; III. Sand- und Strandpflanzen, Felsen- und

Hochgebirgsvegetation, Unkräuter. Der Text der ersten Lieferung behandelt Klima und Boden von Deutschland, sowie den Beginn der Florenelemente; er ist wissenschaftlich gediegen und dabei gemeinverständlich und anregend geschrieben. Die Tafeln, teils 1, teils 2 (eine sogar 4) Einzelbilder enthaltend, sind gute Reproduktionen erstklassiger photographischer Aufnahmen, die zum Teile schwarz belassen, zum Teile vor der Reproduktion farbig übermalt wurden. Das Werk verspricht ein Prachtwerk zu werden, welches jedem Pflanzenkundigen und jedem Naturfreund wertvolle Dienste leisten wird.

E. JANCHEN (Wien)

Klein G. Allgemeine und spezielle Methoden der Histochemie. (In: „Methodik der wissenschaftlichen Biologie“, Berlin, J. Springer, 1928, Bd. I, S. 1016 bis 1084, 60 Textabb.)

In den letzten Jahren hat die pflanzliche Histochemie insbesondere durch die Arbeiten des Verfassers und seiner Mitarbeiter in ihren Methoden und Zielen eine wesentliche Erweiterung erfahren. Man legte bisher hauptsächlich darauf Gewicht, die Bestandteile der Zelle möglichst an Ort und Stelle reaktionsmäßig zu erfassen. Dieser lokalisierte Nachweis gelingt freilich im allgemeinen nur bei den geformten Teilen, Membran, Stärke, Plastiden und so weiter. Ihre Durcharbeitung und Zusammenfassung hat diese Arbeitsrichtung vor allem durch MOLISCH gefunden. Sollte die Histochemie weiteren physiologischen Zwecken dienstbar werden, so mußte einerseits zu neuen, aus der Makrochemie übernommenen und für die Mikrochemie speziell adaptierten Methoden greifen werden, damit aber anderseits die für die meisten in Betracht kommenden Stoffe ohnedies illusorische Forderung nach zell-lokalisiertem Nachweis aufgegeben werden. Wieviel sich mit dieser neuen Einstellung schon aufs erste erreichen ließ, zeigen die in dieser Zeitschrift erschienenen Arbeiten über den Mikronachweis der Alkaloide, des Harnstoffes usw.

Zum Unterschied von der in erster Linie anatomischen Einstellung von MOLISCH und der pharmakognostischen Zielsetzung von TUNMANN bedeutet das vorliegende Werk die erste, konsequent vom physiologisch-chemischen Standpunkt gegebene Übersicht über die Methoden der Histochemie.

Auf Details einzugehen, ist an dieser Stelle natürlich nicht möglich; besonders lesenswert erscheinen auch für denjenigen, der nicht gerade auf diesem Gebiete arbeitet, die einleitenden Kapitel über Aufgaben, Möglichkeiten und Grenzen der Histochemie sowie die orientierende allgemeine Übersicht über deren wichtigste Methoden.

Da der Handbuchbeitrag vom Verlag auch als Einzelwerk aufgelegt wird, dürfte sich derselbe bald als praktische Einführung für den Studierenden und als methodisches Repertorium für den Forscher den gebührenden Platz sichern.

M. STEINER (Wien)

Lehmann E.: Hugo de Vries. 6 Vorträge zur Feier seines 80. Geburtstages. Tübinger naturw. Abhandl., 12. Heft. Stuttgart (F. Enke), 1929. 8°. 62 S.

Der Titel besagt, aus welchem Anlaß die sechs Vorträge, die hier abgedruckt sind, gehalten wurden. Da es sich um aktuelle Fragen handelt, über die eine gute und kurze Orientierung durch diese Vorträge geboten wird, sei auf diese Publikation aufmerksam gemacht. Inhalt: Th. STOMPS, Aus dem Leben und Wirken von HUGO DE VRIES. — W. ZIMMERMANN, Die Schlafbewegungen der Laubblätter. — E. LEHMANN, Die Entwicklung der Oenotherenforschung. — J. SCHWEMMLE, Die Ergebnisse der vergleichend-zytologischen

logischen Untersuchungen der Onograceen. — R. CLELAND, Die Zytologie der *Oenothera*-Gruppe *Biennis*. — F. OEHLKERS, Chromosomenbindung und Genetik bei *Oenothera*.
R. WETTSTEIN (Wien)

Mayr E. Die Getreide-Landsorten und der Getreidebau im Salzachtal und seinen Nebentälern. (Forschungsberichte der Bundesanstalt für Pflanzenbau und Samenprüfung in Wien, Nr. 1.) Wien, 1928. (In Kommission des „Scholle-Verlages“.) Groß-8°. 70 Seiten, 10 Tafeln und 1 Landkarte. — Preis 3 Schilling.

Diese gründliche Studie ist nicht nur für den Landwirt sondern auch für den Botaniker von großem Interesse. Aus den Untersuchungen über „Ausbreitung des Getreidebaues, Vegetationszeiten und Fruchtfolgen“ ergibt sich in klarer Weise die ökologische Gebundenheit der Betriebswirtschaft. So erscheint der Anbau des Winterweizens nur dort möglich, wo die Vegetationszeit des Winterroggens unter 11 Monaten liegt. Wo letztere $11\frac{1}{2}$ Monate überschreitet, ist eine Fruchtfolge nicht mehr durchführbar und kann immer nur je ein Jahr lang Getreide gebaut werden, worauf Egartwiese zu folgen hat. Die Vegetationsdauer ist der Höhenlage direkt proportioniert. Wesentlich beeinflußt wird die Vegetationszeit und somit auch die Anbaumöglichkeit von Feldfruchtsorten durch die tägliche Sonnenscheindauer und die Intensität der Sonnenstrahlung je nach der Exposition, wobei Neigung nach Westen gegenüber der nach Osten im Vorteile ist. — Die in Verwendung stehenden Landsorten werden in einem eigenen Kapitel ausführlich beschrieben; ihre Ähren sind auf 8 Tafeln photographisch dargestellt. Eine Karte veranschaulicht die Gliederung des Gebietes in fünf, in pflanzenbaulicher und sortenkundlicher Hinsicht mehr oder weniger scharf gesonderte Abschnitte.

F. VIERHAPPER (Wien)

Molisch H. Beiträge zur Mikrochemie der Pflanze. Nr. 17. Über ein bei den Kakteen vorkommendes, einen roten Farbstoff lieferndes Chromogen. (Ber. d. Deutsch. Bot. Ges., 46. Bd., 1928, S. 205 bis 211.)

Bei allen daraufhin untersuchten Cactaceen mit Ausnahme von *Peireschia trinervia*, im ganzen bei 28 Arten der Gattungen *Opuntia*, *Mamillaria*, *Echinopsis*, *Echinocactus*, *Cereus*, *Phyllocactus*, *Pilocereus*, *Epiphyllum*, *Rhipsalis*, *Peireschia*, tritt in den abgestorbenen oder absterbenden Zellen von Wundflächen ein ziegelroter Farbstoff auf, der mit keinem der bekannten Pflanzenfarbstoffe identisch ist und den Namen Kaktorubin erhielt. — Bei Abtöten der Zellen durch Hitze, Alkohol, Äther oder Benzol entsteht der Farbstoff nicht, er dürfte also auf postmortale, enzymatische Oxydation eines „Chromogens“ zurückgehen. Die naheliegende Vermutung, daß der Farbstoff mit dem aus Kakteen durch Vermittlung von Schildläusen entstehenden Cochenillefarbstoff gleich oder wenigstens sehr ähnlich sei, erwies sich auf Grund mikrochemischer Proben als nicht richtig. M. STEINER (Wien)

Molisch H. Rote Wurzelspitzen. (Ber. d. Deutsch. Bot. Ges., 46. Bd., 1928, S. 311 bis 317, 1 Textabb.)

In den Familien der Crassulaceen, Saxifragaceen, Compositen und Balsaminaceen konnte bei zahlreichen Arten eine auffallende Rotfärbung der Wurzelspitzen beobachtet werden, die durch eine Anthokyaneinlagerung in den äußersten Zellen des Vegetationspunktes und eventuell auch der Calyptrazellen zustandekommt. Besonders in den ersten beiden der erwähnten Familien scheint die rote Wurzelspitze ein fast durchgängiges Familienmerkmal darzustellen.

M. STEINER (Wien)

Molisch H. Über einen neuen Fall eines Anthokyianophors in der Fruchthaut von *Gunnera chilensis*. (Protoplasma, Bd. 3, 1928, S. 312 bis 316.)

Während die Anthokyane im allgemeinen im Zellsaft gelöst oder beim Überschreiten der Löslichkeitsgrenze in Kristallform auftreten, findet Verfasser in der Epidermis der Frucht von *Gunnera chilensis* das Anthokyian an eigenartig geformte Zellinhaltstskörper von mehr oder weniger unregelmäßiger Gestalt gebunden. Die Grundmasse dieser „Anthokyianophore“ scheint nach den mikrochemischen Reaktionen gerbstoffartiger Natur zu sein. In späteren Stadien der Reife umgibt sich der Farbstoffträger noch mit Fetttröpfchen, die durch ein darin gelöstes, zuweilen auch in Nadeln austrocknendes Karotin orangerot tingiert sind. M. STEINER (Wien)

Netolitzky Fritz. Die Kieselkörper. Die Kalksalze als Zellinhaltstskörper.

Frey Albert. Calciumoxalat-Monohydrat und -Trihydrat. Handbuch der Pflanzenanatomie, herausgegeb. v. K. LINSBAUER, Band III/1a. Berlin (Gebr. Borntraeger), 1929. Gr. 8°. 130 S., mit 26 Textfig. und 2 Tafeln.

Zwei glänzend gelungene, grundlegende Monographien der häufigsten anorganischen Zellinhaltstskörper, Kieselsäure und Kalk. Kieselkörper: Vorkommen, Formen und Anordnung der Kieselkörper in der Pflanze, Methoden der Darstellung, systematische Verbreitung und die spärlichen chemischen Kenntnisse, die bisher vorliegen. Bezüglich der Auffassung von Nutzen oder speziellen Schutzwirkungen wird reiner Tisch gemacht. Kalksalze: Eine ausführliche Darstellung der Geschichte der Erforschung der Kalkinhaltstskörper und der Chemie der verschiedenen Kalksalze. Sehr interessante Kapitel über Entstehung und Wachstum der Kristalle und ihrer Hüllen, die kausalen Faktoren der Formbildung, eine kritische Beleuchtung der Funktionstheorien und ein Kapitel über die Wiederauflösung der Kristalle in der Pflanze und im Boden, das allerdings nicht ganz vollständig ist (es fehlt z. B. v. RYSELBERGE). In einem speziellen Teil werden die einzelnen Formtypen besonders vom systematischen und Entwicklungsgeschichtlichen Standpunkt beleuchtet.

Das sehr modern bearbeitete Kapitel FREYS über Calciumoxalat bringt in vielseitiger Darstellung Kristallographie und Optik der beiden Calciumoxalattypen, ihre Unterscheidung von anderen Calciumsalzen und eine gedrängte physikalisch-chemische Darstellung von Entstehungs- und Existenzbedingungen der beiden Hydratformen und ihrer Lokalisation.

G. KLEIN (Wien)

Porsch O. Kritische Quellenstudien über Blumenbesuch durch Vögel. IV. Biologia generalis. Bd. V, 1929, S. 157—210, mit Taf. VIII u. IX u. 26 Textfig.

Die seit dem III. Teil dieser Arbeit (vgl. diese Zeitschr., LXXVII, 1928, S. 315—316) fortgesetzten Studien haben die Kenntnisse über die Ornithogamie in Australien dahin erweitert, daß 19 Vogelfamilien mit wenigstens 125 Arten im Dienste der Bestäubung stehen. „Im Blumenleben Australiens spielt und spielt der Vogel eine derart beherrschende Rolle, daß ihm gegenüber die heimische Insektenwelt vollkommen zurücktritt.“

Im vorliegenden IV. Teil der Arbeit sind die Familien *Zosteropidae* (Brillenvögel), *Dicaeidae* (Blumenpicker), *Paradatidae* (Panthervögel), *Nectariniidae* (Honigvögel), *Artamidae* (Schwalbenstare), *Muscicapidae* (Fliegenschnäpper), *Campyphagidae* (Raupenfresser), *Cinclosomatidae* (Laufdrosseln), *Turdidae* (Drosseln), *Sylviidae* (Sänger), *Ploceidae* (Webervögel), *Oriolidae* (Pirole), *Dicruridae* (Würgerschnäpper) besprochen.

Unter den Ergebnissen der Arbeit sind von besonderer Bedeutung die ökologische Beschreibung des Blütenbaues australischer *Loranthus*-Arten und der Nachweis außergewöhnlich weitgehender Verholzung von Blütenorganen in dieser Gattung.

E. JANCHEN (Wien)

Roeder W. v. Fehlerbuch des Kakteenzüchters. Tagesfragen und Ziele neuzeitlicher Kakteen- und Sukkulantenpflege. 2. Aufl. Stuttgart (Franckh), 1929. 8°. 96 S., mit 88 zum Teil ganzseitigen Abbildungen. RM 3,50.

Das vorliegende Büchlein, welches eine Ergänzung der im gleichen Verlag erschienenen Schrift des Verf. „Kakteenzucht leicht gemacht“ darstellt, ist leicht faßlich und anregend geschrieben, fußt auf einer reichen praktischen Erfahrung und gibt Kakteenliebhabern und Anfängern in der Sukkulantenkultur bei den verschiedensten auftauchenden Fragen sachgemäßen Aufschluß und gute Anleitung.

E. JANCHEN (Wien)

Scharfetter R. Projektions-Atlas. Reihe A: Botanik. Heft 1: **Die Verbreitung europäischer Waldpflanzen I.** Graz (Leuschner und Lubensky), 1929. 8°. 28 S., mit 20 Karten im Text und 20 Filmen in einem Rähmchen.

Verf. will mit seinem „Projektions-Atlas“ ein Lehrmittel schaffen, das für Vorträge mit episkopischer und mit diaskopischer Projektion geeignet ist. Zu diesem Zweck wird dasselbe Bild bzw. dieselbe Karte einmal auf Papier (im Text) und ein zweitesmal auf durchsichtiges Filmmaterial gedruckt. Dem Papierbild ist eine entsprechende Erläuterung (je ungefähr $\frac{1}{2}$ Seite lang) beigegeben. Das Format der Bilder ist $8\frac{1}{2} \times 10$ cm. — Das vorliegende erste Heft enthält (in Schwarzdruck) Verbreitungskarten europäischer Waldpflanzen (*Picea*, *Abies*, *Larix*, *Fagus*, *Carpinus*, *Quercus robur* und *sessiliflora*, *Hedera*, *Daphne laureola*, *Pirola chlorantha*, *Phyteuma spicatum*, *Cyclamen*, *Leucium*, *Anemone hepatica*, *nemorosa* und *ranunculoides*, *Asperula odorata*, *Cardamine impatiens*), sowie (in Rotdruck) eine Karte der Jänner-Isothermen in Europa und eine Karte der Vergletscherung Europas zur Eiszeit. Als Grundlage ist meistenteils genau die gleiche Europa-Karte (bei 5 Arten eine, untereinander gleiche, Merkator-Weltkarte) verwendet, so daß man auch zum Zwecke des Vergleiches zwei übereinandergelegte Karten gleichzeitig diaskopisch projizieren kann, z. B. eine Verbreitungskarte zugleich mit der Isothermenkarte oder der Eiszeitkarte oder auch zwei Verbreitungskarten (etwa Buche und Fichte). Die Verbreitungskarten sind zumeist nach neueren Spezialarbeiten oder Handbüchern gezeichnet, 3 Karten sind vom Verf. selbst entworfen. — Die Sammlung soll weiter ausgebaut werden und sich beziehen auf: einzelne Sippen (Coniferen, *Primula*, *Gentiana* usw.), allgemeine Pflanzengeographie, einzelne Erdteile und Länder (Florenelemente Europas, der Alpen usw.), Wirtschaftsgeographie. — Der Grundgedanke des Verf. ist sicher glücklich und es ist dem Werke eine baldige weite Verbreitung zu wünschen, damit es in der beabsichtigten Weise rasch fortgeführt werden kann.

E. JANCHEN (Wien)

Schiller F. Zur Kenntnis der Frucht von *Viscum album* und *Loranthus europaeus* und der Gewinnung von Vogelleim. (Sitzber. Akad. d. Wiss. Wien, m.-n. Kl., Abt. I, 137. Bd., 1928, S. 243 bis 258, 1 Taf.)

Auf Grund einer genauen mikrochemischen und anatomischen Untersuchung konnte die bisher strittige Frage nach der Herkunft des Vogelleimes in befriedigender Weise beantwortet werden.

Viscum zeigt bei der mikrochemischen Erforschung weder in den vegetativen Organen noch auch in der Beere eine Spur von Kautschuk. Die eigenartigen, stark lichtbrechenden Kugeln in den vegetativen Organen, die zuweilen als solcher angesprochen wurden, nähern sich in ihrer Reaktionsweise den Fetten, ohne aber die für solche charakteristische Verseifbarkeit zu zeigen. Auch der Versuch, durch Extraktion der Pflanze Kautschuk zu erhalten, schlug fehl. Daß der Schleim der Beere für Vogelleimbereitung nicht in Frage kommt, erhellt schon der Umstand, daß er, aus dem Gewebe ausgequetscht, nach kurzer Zeit völlig zu einer spröden Kruste eintrocknet.

Loranthus enthält in den Parenchymzellen der „Schleimschicht“ und des „Endokarps“ mit 2% Brom leicht nachweisbaren Kautschuk. Eine quantitative Bestimmung durch Extraktion mit Tetrachlorkohlenstoff ergab an Kautschuk 36% vom Trockengewicht, bzw. 9,7% vom Frischgewicht. Die bisher unbekannten anatomischen Details der Beere von *Loranthus* werden ausführlich beschrieben. Kann also auf Grund der anatomisch-mikrochemischen Untersuchung für die Vogelleimgewinnung von vornehmlich nur *Loranthus* in Frage kommen — der *Loranthus*-Schleim trocknet nicht ein, sondern bildet eine dauernd viskose, klebrige Masse —, so fanden sich tatsächlich im käuflichen Vogelleim neben zufälligen Verunreinigungen nur die leicht erkennbaren Fragmente von *Loranthus*. M. STEINER (Wien)

Schmid L. und Waschkau A. Über die Konstitution des Anthochlors der gelben Dahlien. (Sitzber. Akad. d. Wiss. Wien, math.-naturw. Kl., Abt. II b, 137. Bd., 1928, S. 83 bis 91.)

Die Arbeit stellt eine Fortsetzung der von KLEIN zunächst mikrochemisch durchgearbeiteten und auch makrochemisch erfolgreich begonnenen Studien über das Anthochlor auf dessen Anregung hin dar. Durch genannte Untersuchungen wurde die Verbreitung dieser im Zellsaft gelösten gelben Blütenfarbstoffe bekannt und die ersten Darstellungsmethoden eines kristallisierten Produktes angegeben.

Bei der Makrodarstellung des Farbstoffes von zirka 4000 hellgelben Dahlieninfloreszenzen — die hellgelben Dahlienrassen sind typische Anthochlorpflanzen — stellten sich der Abtrennung der analysenreinen Körper von Begleitstoffen große Schwierigkeiten entgegen. Bei wiederholtem Ausfällen durch Einengen der konzentrierten Alkohollösung wurden schließlich zwei Farbstoffkomponenten, eine gelbbraune und eine hellgelbe gewonnen. Letzterer Körper wurde über das Acetylprodukt gereinigt und vorläufig allein untersucht. Er erwies sich auf Grund des Studiums verschiedener Derivate als identisch mit dem im Pflanzenkörper weit verbreiteten Flavonkörper Apigenin. Dieser liegt nativ allerdings meistens in glykosidischer Bindung als Apin vor, während sich der Dahlienfarbstoff zuckerfrei in der Pflanze vorfindet, ein jedenfalls einzigartiges und bemerkenswertes Ergebnis.

M. STEINER (Wien)

Sen-Gupta Jatis. Untersuchungen über Rheotropismus. In. Diss. Heidelberg. (Zeitschr. f. Bot., 21. Bd., 1929, S. 353—398.)

Eine sehr sorgfältige Untersuchung von z. T. grundsätzlicher Wichtigkeit. Die rheotropischen Krümmungen der Wurzeln unterbleiben in wirklich „reinem“ Wasser, sie können somit nicht mechanisch bedingt sein, müssen vielmehr auf stoffliche Einflüsse zurückgeführt werden. Als wirksame Stoffe kommen „giftige“ Verunreinigungen des Wassers in Betracht. Tatsächlich kann unwirksamem Wasser durch Zusatz von Spuren verschiedener Schwermetalle-

salze die Fähigkeit verliehen werden, rheotropische Reaktionen hervorzurufen. Auf einzelne Differenzen im Verhalten der geprüften Wurzeln von *Lupinus*, *Raphanus* u. a. sowie auf andere noch der Erklärung bedürftige Einzelheiten kann hier nicht eingegangen werden.

K. LINSBAUER (Graz)

Solereder H. und Meyer Fritz Jürgen. Systematische Anatomie der Monokotyledonen. Heft IV. Berlin (Bornträger), 1929. 8°. 176 S., 65 Abb.

Das vorliegende 4. Heft bildet die zweite Lieferung des Werkes. Es behandelt die *Farinosae* (*Flagellariaceae*, *Restionaceae*, *Xyridaceae*, *Eriocaulaceae*, *Rapateaceae*, *Commelinaceae*, *Bromeliaceae*, *Pontederiaceae*, *Philydraceae*), also Familien, deren Anatomie zum Teil bisher wenig behandelt wurde. Die Darstellung beruht zum großen Teile auf eigenen Untersuchungen und bringt viele interessante Einzelheiten.

R. WETTSTEIN (Wien)

Stübler Eberhard: Leonhart Fuchs. München (Verlag der Münchener Drucke), 1929. 8°. 298 S., 20 Abb.

Darstellung des Lebenslaufes und der botanischen Wirksamkeit des im Jahre 1501 in Wemding in Bayern geborenen, als Professor in Tübingen 1566 gestorbenen Botanikers, dessen Hauptwerke (*Historia stirpium commentarii*, 1542, und *New Kreuterbuch*, 1543) zu den bekanntesten botanischen Büchern der beginnenden Renaissancezeit zählen.

R. WETTSTEIN (Wien)

Wagner H., Ludwigs K. und Ulrich E. Korbweidenbau. (Anleitungen der Deutschen Landwirtschaftsgesellschaft, Heft 16.) 8°. 117 S., mit zahlr. Abbildungen. — Mk. 5·70.

Der I. Teil (WAGNER) behandelt den Anbau, die Ernte und Verwertung, der II. Teil (LUDWIGS) die pflanzlichen und tierischen Schädlinge, sowie die Krankheiten, der III. Teil (ULRICH) die Arten und Sorten der Korbweiden. Dieser Teil enthält außer den genauen Beschreibungen auch einen Bestimmungsschlüssel der Korbweiden. Zahlreiche Abbildungen unterstützen die kurzen und klaren Ausführungen.

H. LOHWAG (Wien)

Wangerin W. und Schröter C. Lebensgeschichte der Blütenpflanzen Mitteluropas. Lieferung 34. Stuttgart (E. Ulmer), 1929. 8°. S. 65 bis 192, 87 Abb.

Jede Lieferung dieses so inhaltsreichen und wertvollen Werkes wird von allen Fachmännern freudig begrüßt und erweckt den Wunsch, es möge das Werk rascher fortgeführt werden. Die vorliegende Lieferung enthält einen Teil der Orchidaceen, bearbeitet von H. ZIEGENSPECK (*Helleborine*, *Cephalanthera*, *Limodorum*, *Epipogon*, *Listera*). Besonderes Gewicht wird auf die vegetativen Organe und deren Entwicklung gelegt und dabei viel Neues gebracht. Die Ausführung der zahlreichen (zum großen Teile neuen) Abbildungen in Federzeichnungsmanier bewährt sich bei Darstellung der vegetativen Verhältnisse sehr gut, für die Darstellung der Blütenverhältnisse erscheint sie vielfach etwas roh.

R. WETTSTEIN (Wien)

Wehmer C. Die Pflanzenstoffe, botanisch-systematisch bearbeitet. Bestandteile und Zusammensetzung der einzelnen Pflanzen und deren Produkte. Phanerogamen. Zweite, neubearbeitete und vermehrte Auflage. I. Band. Jena (Gustav Fischer), 1929, Gr. 8°, 640 S. Preis: brosch. RM 45,—, geb. RM 47,50.

Der „Wehmer“ war ein Werk für sich — in seiner Art wohl einzig dastehend und dementsprechend für jeden, der, von welcher Seite immer,

mit Pflanzenstoffen zu tun hatte, als Nachschlagewerk unentbehrlich. Das spürte man besonders am Fehlen einer derartigen Zusammenstellung für die letzten 18 Jahre. Um so dankenswerter ist es, daß sich der Verfasser der ungeheueren Mühe einer Neuauflage unterzog. Da die Hauptaufgabe des Buches eine objektive, möglichst lückenlose Zusammenstellung der überall verstreuten Literatur der Pflanzeninhaltsstoffe ist, wäre nur sehr zu wünschen, daß in Abständen von 1 bis 2 Jahren laufend Nachträge erscheinen. — Der vorliegende erste Band der neuen Auflage umfaßt die Gymnospermen, Monokotyledonen, Monochlamydeen und einen Teil der Dialypetalen (Nymphaeaceen bis Rutaceen). Der zweite, ungefähr gleich starke Band, welcher auch das Gesamtregister für beide Teile enthalten wird, soll in Jahresfrist erscheinen.

G. KLEIN (Wien)

Werner O. Blatt-Aschenbilder heimischer Wiesengräser als Mittel ihrer Verwandtschafts- und Wertbestimmung. (*Biologia generalis*, 4. Bd., 1928. S. 403 bis 446, 4 Taf., 7 Textabb.)

In Anbetracht der Tatsache, daß vom Aschenbild wichtige diagnostische Details für die Bestimmung der durch reichen Gehalt an geformten Mineralbestandteilen ausgezeichneten Gramineen, insbesondere im nichtblühenden Zustande zu erwarten war, wurde die für die Heuanalyse, Wertbestimmung und Wiesenbestandsaufnahme praktisch bedeutungsvolle Durcharbeitung des Aschenbildes der einheimischen Wiesengräser systematisch durchgeführt.

Zwecks rascher und bequemer Herstellung größerer Serien von Präparaten wurde ein kompendiöser Veraschungsapparat konstruiert, der einige störende Mängel der Veraschung im Tiegel vermeidet und zu plan liegenden, nicht gekrümmten Aschenpräparaten führt.

Die Überprüfung von 47 Gramineenspezies ergab als zum Teil sehr charakteristische Merkmale vor allem die Kieselkörper (Kieselkurzzellen), und zwar hinsichtlich der Anordnung, Häufigkeit, Form, Längen- und Breitenausdehnung, verkieselte Haare, Kieselssäureeinlagerung am Blattrande, Verkieselung der Epidermiszellmembranen, der Spaltöffnungsapparate u. a.

Bei einzelnen Arten ist die Diagnose auf Grund des Spodogrammes mit dem ersten Blick möglich, in den anderen Fällen stellt dasselbe zumindest eine wichtige Ergänzung der bisher fast ausschließlich verwendeten Bestimmungsmethoden an Hand des Blattquerschnittes dar. Diese Tatsache ist um so dankenswerter, als die Herstellung tadelloser Querschnitte durch die dünnen Grasblätter methodisch ja nicht ganz leicht zu bewerkstelligen ist. Von Bedeutung ist ferner der Umstand, daß die Verkieselung wenigstens qualitativ vom Alter des Blattes und von den Standortsbedingungen weitgehendst unabhängig ist. Für die Wertbestimmung endlich kommt der aus dem Aschenbild ersichtliche Grad der Verkieselung insofern wesentlich in Frage, als dieser selber einerseits den Futterwert mit bestimmt, anderseits die Kieselkörper fast ausschließlich über den Bastrippen gelagert sind und die Menge des Bastes ja ebenfalls einen wichtigen Faktor in der Bewertung eines Futtergrases darstellt.

Vier Tafeln mit übersichtlichen Abbildungen ergänzen den ausführlichen Textteil.

M. STEINER (Wien)

Akademien, Botanische Gesellschaften, Vereine, Kongresse usw.

Akademie der Wissenschaften in Wien

Am 21. Februar 1929 wurde folgendes zur Drucklegung vorgelegt:
SCHNARF K., Die Embryologie der *Liliaceae* und ihre systematische Bedeutung.

Am 20. Juni 1929 wurden folgende Arbeiten zur Drucklegung vorgelegt:

MIRSKAJA L.J., Ergänzungsvorgänge an längsgespaltenen Stämmen von *Mirabilis Jalapa*.

FELDMANN W., Über das Wachstum der Stengelteile von *Phaseolus coccineus*-Keimlingen mit abgeschnittenen oder verdunkelten Primordialblättern.

Zoologisch-Botanische Gesellschaft in Wien

In der ordentlichen Generalversammlung vom 12. April 1. J. fand die siebente Verleihung von Rainer-Medaillen statt. Hierbei wurde die Rainer-Medaille für Botanik an Professor Dr. FRITZ KNOLL (Prag) verliehen.

Arzneipflanzen-Kongreß

Der Dritte Internationale Kongreß der Europäischen Staaten für Kultur und Handel von Arzneipflanzen, aromatischen Pflanzen usw. fand in der Zeit vom 15. bis 18. Juni 1929 in Venedig und Padua statt. Die nächste Tagung wird 1931 in Paris stattfinden.

Botaniker-Tagung in Danzig

Die Deutsche Botanische Gesellschaft und die Freie Vereinigung für Pflanzengeographie und systematische Botanik hielten ihre diesjährigen Generalversammlungen in der Zeit vom 5. bis 10. August in Danzig ab. An die Versammlungen schlossen sich Exkursionen, hauptsächlich ins Mündungsgebiet der Weichsel und der Nogat.

Deutsche Gesellschaft für Vererbungswissenschaft

Die diesjährige Tagung der genannten Gesellschaft fand in der Zeit vom 8. bis 12. September in Tübingen statt.

Verein zum Schutze der Alpenpflanzen

Dieser Verein hat nach dem Tode seines langjährigen Vorsitzenden Dr. CARL SCHMOLZ seinen Sitz von Bamberg nach München verlegt (An-

schrift: München 23, Kölnerplatz 1). Vorsitzender ist Apothekendirektor LUDWIG KROEBER (München). Die diesjährige Hauptversammlung fand am 24. August in Klagenfurt (Kärnten) statt.

IX. Internationaler Gartenbau-Kongreß, London 1930

Dieser Kongreß soll in der Zeit vom 7. bis 15. August 1930, gleich vor dem zu Cambridge, 16. bis 23. August, tagenden 5. Internationalen Botanischen Kongreß, stattfinden. Die Teilnehmergebühr beträgt £ 1,—. Ein Rundschreiben mit dem vorläufigen Programm wurde im März 1929 versendet. Alle Zuschriften sind an Herrn F. R. DURHAM, Secretary of the Royal Horticultural Society, Vincent Square, London, S. W. 1, zu richten.

Botanische Sammlungen, Museen, Institute usw.

Neuere Exsikkatenwerke

BAUER E. *Musci europaei et americanai*. Serie 39—41 (Nr. 1901—2050). Prag-Smichov, 1927—1929.

BOLLOW CHR. Blattminen und ihre Erzeuger. Lief. 2 (Nr. 21—40). 1928.

BORZA A. *Flora Romaniae exsiccata, a Museo botanico universitatis Clusiensis edita*. Cent. VIII—IX. 1929.

BRENCKLE J. F. *Fungi Dakotenses*. Fasc. 26 (Nr. 626—650). 1928.

BUCHTIEN O. *Herbarium Bolivianum*. Cent. I. 1928.

FLEISCHER M. *Musci Archipelagi Indici et Polynesiaci*. Serie 11 (Nr. 501 bis 550). 1928.

Herbarium Florae Asiae mediae, ab Universitate Asiae media editum. Fasc. XIV—XX (Nr. 326—500). Taschkent, 1926.

HIERONYMUS und PAX. *Herbarium cecidilogicum*, 2., erweiterte Auflage, fortgesetzt von DITTRICH, LINGELSHIEM und PAX. Gallen- und Fraßstück-Herbar. Lieferung 6 (Nr. 126—150). 1929.

HÖPPNER H. *Orchidaceae exsiccatae*. Mitteleuropäische Orchideen. Fasc. 4 (Nr. 76—100). 1928.

KOPSCHE A. *Bryotheca Saxonica*. Cent. 4. 1929.

MALME G. O. A. *Lichenes Austro-Americanai ex herbario Regnelliano*. Fasc. VII (Nr. 151—175). Dezember 1928.

MIGULA W. *Cryptogamae Germaniae, Austriae et Helvetiae exsiccatae*. Fasc. 45—49 (Nr. 1101—1225). 1929.

PODPĚRA J. *Flora exsiccata Reipublicae Bohemicae Slovenicae*, edita ab Instituto Botanico universitatis Brno, Moraviae. Cent. IV. 1929.

SCHADE und STOLLE. *Hepaticae Saxonicae*. Dekade 22 und 23. 1929.

SCHADE, STOLLE und RIEHMER. *Lichenes Saxonici*. Dekade 41—46. 1929.

SCHIFFNER V. *Algae marinae*. Serie 2 (Nr. 245—500). Jänner 1929. RM 128,—.

WANN F. B. and MUENSCHER W. C. *North American Myxomycetes*. Fasc. 1 (Nr. 1—50). 1929.

WEESE J. *Eumycetes selecti exsiccati*. Lieferung 13 und 14 (Nr. 301 bis 350). 1928.

Personalnachrichten

DR. LUDWIG KOFLER, bisher außerordentlicher Professor der Pharmakognosie an der Universität Innsbruck, wurde zum ordentlichen Professor ernannt.

Regierungsrat Dr. AUGUST GINZBERGER, Privatdozent für systematische Botanik an der Universität Wien, erhielt den Titel eines außerordentlichen Professors.

Dr. HELMUT GAMS (Wasserburg am Bodensee) hat sich an der Universität Innsbruck für Pflanzengeographie habilitiert.

Assistent Dr. OTHMAR WERNER hat sich an der Hochschule für Bodenkultur in Wien für Anatomie und Physiologie der Pflanzen habilitiert.

Hofrat Prof. Dr. ERICH TSCHERMAK-SEYSENECK (Wien) wurde von der Österreichischen Gartenbau-Gesellschaft in Wien zum Ehrenmitgliede ernannt.

Dr. VIKTOR CZURDA hat sich an der Deutschen Universität in Prag für Anatomie und Physiologie der Pflanzen habilitiert.

Dr. KURT MOTHES hat sich an der Universität Halle, Dr. A. SEYBOLD hat sich an der Universität Köln für Botanik habilitiert.

Privatdozent Dr. HANS ANDRÉ (Köln) wurde als Nachfolger des in den Ruhestand getretenen Geheimrates Prof. Dr. FRANZ NIEDENZU zum ordentlichen Professor an der Staatlichen Akademie in Braunsberg (Ostpreußen) ernannt.

Sektionsrat Prof. Dr. IGNAC KARL GREISENEGGER wurde zum Direktor der Bundesanstalt für Pflanzenbau und Samenprüfung in Wien ernannt.

Dr. NILS JOHANSSON wurde zum Dozenten für Pflanzenphysiologie an der Universität Stockholm ernannt.

Dr. GÉZA LENGYEL, Leiter der landwirtschaftlichen Versuchsstation in Budapest, hat sich an der staatsökonomischen Fakultät der Universität Budapest für Samenkunde und Samenuntersuchung habilitiert.

Dr. ADAM BOROS, Adjunkt a. d. kgl. ungarischen Arzneipflanzen-Versuchsstation in Budapest, hat sich an der staatsökonomischen Fakultät der Universität Budapest für landwirtschaftliche Pflanzenkunde habilitiert.

Prof. Dr. ISTVÁN GYÖRFFY, Professor für allgemeine Botanik an der Universität Szeged, ist für das Studienjahr 1929/30 zum Rektor der Universität gewählt worden.

Hofrat Prof. Dr. HANS MOLISCH ist von seinem Aufenthalte in Indien nach Wien zurückgekehrt.

Prof. Dr. RICHARD WETTSTEIN (Wien) und Prof. Dr. FRITZ VON WETTSTEIN (Göttingen) haben Ende August 1929 eine Reise nach Südwest-, Süd- und Ost-Afrika angetreten.

Geheimrat Dr. KURT VON RÜMKER, ehemaliger Professor der landwirtschaftlichen Hochschule Berlin, feierte am 23. Juli 1929 seinen 70ten Geburtstag.

Gestorben: Geheimrat Prof. Dr. OSKAR UHLWORM (Bamberg), Herausgeber der Beihefe zum Botanischen Centralblatt, am 13. März 1929; HERMANN WOLFF (Berlin), bekannter Umbelliferenforscher, am 21. April 1929; Dr. EDWARD AUGUST WAINIO (Abo-Turko, Finnland), bekannter Flechtenforscher, am 14. Mai 1929; Abate GIACOMO BRESADOLA (Trient), bekannter Pilzforscher, am 11. Juni 1929.

Verantwortlicher Schriftleiter: Prof. Dr. Erwin Janchen, Wien III, Ungargasse 71. — Herausgeber: Prof. Dr. Richard Wettstein, Wien III, Rennweg 14. — Eigentümer und Verleger: Julius Springer, Wien I, Schottengasse 4. — Manzsche Buchdruckerei, Wien IX.

Inhalt des LXXVIII. Bandes

I. Originalarbeiten

	Seite
ECKHART, WALTHER (Wien), Die Blütentrichome der Campanulaceen und ihre Verwertbarkeit als phylogenetisch-systematisches Merkmal. (Mit 2 Textabbildungen)	129—156
Berichtigung dazu	288
FISCHER, ROBERT (Innsbruck) und THIELE, JOHANNES (Innsbruck), Über den Solaninnachweis in der Kartoffel mit Blutgelatine	325—334
GEITLER, LOTHAR (Wien), Zur Morphologie der Blüten von <i>Polygonum</i> . (Mit 6 Textabbildungen)	229—241
GEITLER, LOTHAR (Wien), Zur Zytologie von <i>Ephedra</i> . (Mit 6 Textabbildungen)	242—250
HEIMERL, ANTON (Wien), Über einige bemerkenswerte Artemisien	164—167
HÖRMANN, HANS (Graz), Die pollenanalytische Unterscheidung von <i>Pinus montana</i> , <i>P. silvestris</i> und <i>P. cembra</i> . (Mit 1 Tafel, 1 Textabbildung und 5 Tabellen)	215—228
JANKE, ALEXANDER (Wien), Natürliches Bakteriensystem und biochemische Mikrobenleistungen	97—128
KLEIN, GUSTAV (Wien), Zur Kritik des mikrochemischen Nachweises der Alkaloide in der Pflanze	67— 70
KLEIN, GUSTAV (Wien) und KRISCH, MARIE (Wien), Der mikrochemische Nachweis der Alkaloide in der Pflanze. XIII. Der Nachweis des Piperins und seiner Spaltprodukte Piperidin und Piperinsäure. (Mit 2 Textabbildungen)	257—263
KLEIN, GUSTAV (Wien) und POLLAU, GERTRUD (Wien), Der mikrochemische Nachweis der Alkaloide in der Pflanze. XII. Der Nachweis des Colchicins. (Mit 1 Textabbildung).....	251—256
KLEIN, GUSTAV (Wien) und SONNLEITNER, HERMANN (Wien), Der mikrochemische Nachweis der Alkaloide in der Pflanze. IX. Der Nachweis der „Solanaceenalkaloide“. (Mit 8 Textabbildungen)	9— 66
KLEIN, GUSTAV (Wien) und SOOS, GERTRUD (Wien), Der mikrochemische Nachweis der Alkaloide in der Pflanze. X. Der Nachweis von Hygrin. (Mit 2 Textabbildungen).....	157—163
KLEIN, GUSTAV (Wien) und STEINER, MAXIMILIAN (Wien), Bakteriologisch-chemische Untersuchungen am Lunzer Untersee. I. Die bakteriellen Grundlagen des Stickstoff- und Schwefelumsatzes im See. (Mit 7 Textabbildungen und 20 Tabellen)	289—324
LÄMMERMAYR, LUDWIG (Graz), Beobachtungen über Höhengrenzen von Pflanzen in der Umgebung von Graz	335—341
MÜLLER, LEOPOLDINE (Wien), Anatomisch-biomechanische Studien an maskierten Scrophulariaceenblüten. (Mit 5 Textabbildungen)	193—214

NIETHAMMER, ANNELIESE (Prag), Vergleichende biochemische Untersuchungen über das Reifen und Altern von Samen und Früchten	Seite
SCHUSSNIG, BRUNO (Wien), Die Fortpflanzung von <i>Caulerpa prolifera</i> . (Mit 1 Textabbildung)	264—278
UPHOF, J. C. TH. (Orlando, Florida), Beiträge zur Kenntnis der Burmanniacee <i>Apteria aphylla</i> (Nutt.) Barnhart. (Mit 2 Textabbildungen)	1— 8
VIERHAPPER, FRIEDRICH (Wien), Fünfte internationale pflanzengeographische Exkursion	71— 80
WAGNER, RUDOLF (Wien), Ein Fall von zweikieligem adossiertem Vorblatt bei <i>Swertia perennis</i> L. (Mit 1 Textabbildung)....	279—283
	342—346

II. Sammelberichte

LINSBAUER, KARL (Graz), Fortschritte der pflanzlichen Reizphysiologie	81— 93
PISEK, ARTUR (Innsbruck), Wuchsstoff und Tropismen	168—186

III. Besprechungen

Verfasser der besprochenen Arbeiten:

ANDERSON B. D. 284	JAHN, E. 285	SCHILLER, F. 354
BACKER, C. A. 347	JANKE, A. 285	SCHMID, L. 188, 189, 190,
BECKER, B. 188	KARSTEN, G. 285	355
BEGER, H. 349	KELLER, P. 94	SCHRÖTER, C. 356
BILOWITZKI, G. 188, 190	KLEIN, G. 286, 351	SCHWEMMLE, J. 351
BLABENSTEINER, W. 347	LEHMANN, E. 351	SEN-GUPTA, J. 355
BRAUN-BLANQUET, J. 187	LINDEMANN, E. 285	SOLEREDER, H. 356
BÜNNING, E. 347	LINSBAUER, K. 353	STOCKER, O. 191
CHOLNOKY, B. v. 284	LUDWIG, E. 188, 189, 190	STÖHR, R. 189, 190
CHOLODNY, N. 348	LUDWIGS, K. 356	STOMPS, TH. 351
CLELAND, R. 352	MARZELL, H. 349	STÜBLER, E. 356
ENGLER, A. 285	MAYR, E. 352	ULBRICH, E. 95, 356
FILZER, P. 348	MEYER, F. J. 356	WAGNER, H. 356
FISCHER, H. 348	MOLISCH, 352, 353	WANGERIN, W. 356
FREY, A. 353	NETOLITZKY, F. 286, 353	WASCHKAU, A. 188, 190,
GAMS, H. 349	NOVÁK, F. A. 94	355
GUNTHER-MASSIAS, M. 349	OEHLKERS, F. 352	WERNER, O. 357
HEGI, G. 349	PIETSCH, K. 189	ZAHN, H. 349
HERZOG, TH. 350	PORSCH, O. 353	ZELLNER, J. 191
HOFMANN, E. 350	ROEDER, W. v. 354	ZENTNER, M. 188, 190
HUECK, K. 350	ROSENTHALER, L. 95	ZIEGENSPECK, H. 356
ILTIS, H. 188	RÜBEL, E. 95	ZIKES, H. 285
	RUDOLPH, K. 286	ZIMMERMANN, W. 351
	SCHARFETTER, R. 354	

IV. Akademien, Botanische Gesellschaften, Vereine, Kongresse usw.

Akademie der Wissenschaften in Wien	96, 358
Arzneipflanzen-Kongreß	358
Botaniker-Tagung in Danzig	358
Deutsche Gesellschaft für Vererbungswissenschaft	358

Inhalt des LXXVIII. Bandes 363

	Seite
Internationale Gesellschaft für Mikrobiologie	288
IX. Internationaler Gartenbau-Kongreß	359
V. Internationaler Botanischer Kongreß	288
Verein zum Schutze der Alpenpflanzen	358
Zoologisch-botanische Gesellschaft in Wien	358

V. Botanische Sammlungen, Museen, Institute usw.

Herbarium Florae Asiae mediae	359
Neuere Exsikkatenwerke	96, 359

Herausgeber der Exsikkatenwerke:

BAUER, E. 359	KOPSCHE, A. 359	SAVICZ, L. I. 96
BOLLOW, CHR. 359	LINGELSHIEM 359	SAVICZ, V. P. 96
BORZA, A. 359	MALME, G. O. A. 359	SCHADE 359
BRENCKLE, J. F. 359	MIGULA, W. 359	SCHIFFNER, V. 359
BUCHTIEN, O. 359	MUENSCHER, W. C. 359	STOLLE 359
DITTRICH 359	PAX 359	VERDOORN, FR. 96
FLEISCHER, M. 359	PODPĚRA, J. 359	WANN, F. B. 359
HIERONYMUS 359	RIEHMER 359	WEENE, J. 359
HÖPPNER 359		

VI. Personalnachrichten

ANDERSSON, G. 96	GYÖRFFY, I. 360	SCHWARZ, F. 192
ANDRÉ, H. 360	JARETZKY, R. 96	SEYBOLD, A. 360
BOROS, A. 360	JOHANSSON, N. 360	THISELTON-DYER, W. T. 96
BRESADOLA, G. 360	KLEIN, G. 192	TSCHERMAK-SEYSENEGG, E. 360
BUDER, J. 192	KLEIN, L. 192	UHLWORM, O. 360
CZURDA, V. 360	KOFLER, L. 360	WAINIO, E. A. 360
DENIS, M. 192	LENGYEL, G. 360	WERNER, O. 360
GAIDUKOW, N. M. 192	METZNER, P. 192, 360	WETTSTEIN, F. v. 360
GAMS, H. 360	MOLISCH, H. 96, 360	WETTSTEIN, R. 360
GINZBERGER, A. 360	MOTHES, K. 360	WITTMACK, L. 192
GONZALEZ-FRAGOSO, R. 96	NIEDENZU, F. 360	WOLFF, H. 360
GREISENEGGER, I. K. 360	PASCHER, A. 96	ZAHLBRUCKNER, A. 192
GROSS, E. 96	RÖLL, J. 96	
	RÜMKER, K. v. 360	

Die „Österreichische Botanische Zeitschrift“
erscheint in einem Gesamtumfang von jährlich etwa 24 Bogen, in 4 einzeln berechneten Heften.

Zuschriften, welche den Bezug der Zeitschrift oder sonstige Verlagsangelegenheiten betreffen, sowie erledigte Korrekturen sind an den Verlag Julius Springer, Wien I, Schottengasse 4, zu richten; Manuskriptsendungen an den Herausgeber oder an die Schriftleitung der Österreichischen Botanischen Zeitschrift, Wien III, Rennweg 14.

Die Verfasser erhalten 50 Sonderabdrucke ihrer Arbeit kostenfrei. Über die Freiemplare hinaus bestellte Exemplare werden berechnet. Die Herren Mitarbeiter werden jedoch in ihrem eigenen Interesse ersucht, die Kosten vorher vom Verlag zu erfragen.

Verlag Julius Springer

Symbolae sinicae

Botanische Ergebnisse der Expedition der Akademie der Wissenschaften
in Wien nach Südwest-China 1914/1918

Unter Mitarbeit von

Viktor F. Brotherus, Heinrich Handel-Mazzetti, Theodor Herzog, Karl Keissler,
Heinrich Lohwag, William E. Nicholson, Siegfried Stockmayer, Frans Verdoorn,
Alexander Zahlbrückner und anderen Fachmännern

Herausgegeben von

Heinrich Handel-Mazzetti

In sieben Teilen. Mit 30 Tafeln

Soeben erschien: VII. Teil

Anthophyta

Von Heinrich Handel-Mazzetti

1. Lieferung. Mit 3 Textabbildungen und 4 Tafeln. 209 Seiten. 1929. RM 36,—
Der 7. Teil umfaßt etwa 72 Bogen und erscheint in etwa 5 Lieferungen

Früher erschienen:

IV. Teil: Musci

Von Viktor F. Brotherus

Mit 5 Tafeln. 152 Seiten. 1929. RM 28,80

VI. Teil: Pteridophyta

Von Heinrich Handel-Mazzetti

Mit 2 Tafeln. 55 Seiten. 1929. RM 10,—

In Vorbereitung befinden sich:

Teil I: **Algae**. Von Siegfried Stockmayer, Wien. — Teil II: **Fungi**.
Von Heinrich Lohwag, Wien, und Karl Keissler, Wien. — Teil III:
Lichenes. Von Alexander Zahlbrückner, Wien. — Teil V: **Hepaticae**.
Von William E. Nicholson, Lewes, Frans Verdoorn, Utrecht, und
Theodor Herzog, Jena.

Die Abnahme eines Teiles verpflichtet zur Abnahme des Gesamtwerkes.

Verlag von Julius Springer in Wien I

Der Züchter

Zeitschrift für theoretische und angewandte Genetik

Herausgegeben im Auftrage der Gesellschaft zur Förderung deutscher Pflanzenzucht und des Kaiser-Wilhelm-Institutes für Züchtungsforschung

von

Professor Erwin Baur, Berlin-Dahlem

Schriftleitung: B. Husfeld-Berlin

Aus dem Inhalt der letzten Hefte:

Heft 4. Brie ger. Die Selbststerilität der Blütenpflanzen und ihre züchtungs-
rische Bedeutung. — D uncker. Genetik der Kanarienvögel. — v. Wett-
stein-Westersheim. Zur Technik der künstlichen Kreuzung bei Weiden
(*Salix*). — Apel. Kurt von Rümker zum 70. Geburtstag.

Heft 5. Karpetschenko. Konstantwerden von Art- und Gattungs-
bastarden durch Verdopplung der Chromosomenkomplexe. — Brie ger.
Vererbung bei Artbastarden unter besonderer Berücksichtigung der Gattung
Nicotiana. — Koßwig. Das Gen in fremder Erbmasse. — Kam la h.
Notwendigkeit, Wege und Ziele einer forstlichen Pflanzenzüchtung. —
Hagedoorn. Beratungsstellen für angewandte Genetik. — Saatzuchtwirt-
schaft Hasenberg. — Vorläufiges Programm für den IX. Internationalen
Gartenbau-Kongreß, London 1930.

Heft 6. Scheibe. Die Bedeutung der Spezialisierungsfrage bei den Ge-
treiderostpilzen für Pflanzenbau und Pflanzenzüchtung. — Edler. Die Getreide- und Hülsenfrucht-Saatenanerkennung im Deutschen Reich 1928. —
Wagner. Topinambur als Ersatz für Zuckerrüben. — Spengler. Die
Nichtzuckerstoffe der Rübe.

Heft 7. Kobel. Die cytologischen und genetischen Voraussetzungen für
die Immunitätszüchtung der Rebe. — Wriedt. Aufspaltung der Schädel-
form des Pekingnesers (vorläufige Mitteilung). — Hiorth. Die Anwendung
elektrischer Beleuchtung für Vererbungsversuche mit Pflanzen. — Nebel.
„Über einige Obstkreuzungen aus dem Jahre 1929“ und „Zur Cytologie von
Malus II“. — Straib. Die Bewertung und Bedeutung künstlicher Rost-
infektionsversuche für die Pflanzenzüchtung, mit besonderer Berücksichtigung
des Gelbrostes. — Snell. Die Entwicklung der deutschen Kartoffelzüchtung
in den letzten fünf Jahren.

Preis des Einzelheftes RM 3,— (zuzüglich Porto). „Der Züchter“ erscheint monat-
lich einmal und kostet im Abonnement halbjährlich RM 15,— (zuzüglich Porto)

Ergebnisse der Biologie

Soeben erschien der fünfte Band

Mit 156 Abbildungen. VIII, 838 Seiten. 1929. RM 76,—, gebunden RM 78,80

Jahresbericht wissenschaftliche Biologie

Bibliographisches Jahresregister der Berichte über die
wissenschaftliche Biologie

Herausgegeben von Professor Dr. Tibor Péterfi, Berlin

Zweiter Band: Bericht über das Jahr 1927

XII. 624 Seiten, 1929. RM 78,—

Einführung in die Biologie der Süßwasserseen

Von

Dr. Friedrich Lenz

Hydrobiologische Anstalt der Kaiser Wilhelm-Gesellschaft in Plön (Holstein).

Mit 104 Abbildungen, VIII, 221 Seiten. 1928. (Band IX der „Biologischen Studienbücher“),
RM 12,80; gebunden RM 14,—